



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LAS COMUNIDADES RURALES LOS JOCOTES Y
VISTA ALEGRE SECTOR III, MUNICIPIO DE MASAYA,
DEPARTAMENTO DE MASAYA**

Trabajo monográfico presentado por:

Hilton Jonathan Díaz Laguna

Edwin José López Canda

Sometido a la:

FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

Como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Tutor: Ing. Luis Gustavo Espinoza

Managua, Nicaragua

Octubre 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, sabiduría y el esfuerzo para concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional durante mis estudios.

A todas las personas que me brindaron palabras de ánimo en momentos difíciles.

Hilton Jonathan Díaz Laguna

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACION	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4

CAPITULO II: DESCRIPCION GENERAL DE LAS COMUNIDADES

2.1 INFORMACION GENERAL	5
2.2. LOS JOCOTES	7
2.2.1 Localización	7
2.3 VISTA ALEGRE SECTOR III	7
2.3.1 Localización	7
2.4 POBLACIÓN Y VIVIENDA	7
2.5 SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES	8
2.6 VIAS DE COMUNICACION Y TRANSPORTE	8
2.7 TOPOGRAFIA DEL TERRENO	9
2.8 ACTIVIDADES ECONÓMICAS	9
2.9 CONDICIONES HIGIÉNICOS SANITARIAS	9
2.10 INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES MÁS COMUNES	9
2.11 MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	10
2.12 SITUACIÓN ORGANIZACIONAL	10

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA	11
3.2 CRITERIOS DE DISEÑO	11
3.3 CAPACIDAD DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO	11
3.3.1 Generalidades	11
3.4 PRUEBA DE BOMBEO	13
3.5 PROYECCION DE LA POBLACION	13
3.5.1 Generalidades	13
3.5.2 CÁLCULO DE POBLACIÓN	13
3.5.2.1 Método Geométrico	13
3.6 DOTACION Y POBLACION A SERVIR	14
3.6.1 Generalidades	14
3.6.2 Nivel De Servicio	14
3.6.3 Conexiones Domiciliaries	14
3.6.4 Conexiones Domiciliaries de Patio	14
3.6.5 Puestos Públicos	14
3.6.6 Perdidas en el Sistema	15
3.7 PARAMETROS DE DISEÑO	15
3.7.1 Período de Diseño	15
3.7.2 Variaciones de Consumo	16
3.8 ESTACIONES DE BOMBEO	16
3.8.1 Generalidades	16
3.8.2 Caseta de Control	16
3.8.3 Equipo de Bombeo y Motor	17
3.8.4 Bombas Verticales	17
3.9 LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION	17
3.9.1 Generalidades	17
3.9.2 Línea de Conducción	17
3.9.2.1 Línea de Conducción por Bombeo	18
3.9.3 Red de distribución	19
3.9.4 Hidráulica del Acueducto	19
3.9.4.1 Generalidades	19
3.9.4.2 Líneas de Conducción	19
3.9.4.3 Golpe de Ariete	20
3.9.4.4 Red de Distribución	20

3.9.5 Presiones Máximas y Mínimas	21
3.9.6 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos	21
3.9.7 Velocidades permisibles en tuberías	22
3.9.8 Cobertura de Tuberías	22
3.10 ALMACENAMIENTO	22
3.10.1 Generalidades	22
3.10.2 Capacidad	22
3.10.3 Localización	22
3.11 DESINFECCION	23
3.11.1 Generalidades	23
3.11.2 Desinfección	23

CAPITULO IV: MEMORIA DE DISEÑO

4.1 PERIODO DE DISEÑO	25
4.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	25
4.3 ESTIMADO DE CONSUMO	26
4.4 FUENTE DE ABASTECIMIENTO	26
4.4.1 Instalaciones Existentes	26
4.4.2 Fuente de Abastecimiento Propuesta	27
4.4.3 Estudio Hidrogeológico	27
4.4.3.1 Geología	28
4.4.3.2 Hidrogeología	28
4.4.3.3 Hidroquímica	29
4.4.4 Selección de los sitios de perforación	29
4.4.5 Prueba de bombeo	30
4.5 ESTACION DE BOMBEO	30
4.5.1 Características del equipo de bombeo	30
4.6 LINEA DE CONDUCCION	30
4.7 RED DE DISTRIBUCION	31
4.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	32
4.9 ANALISIS DE AGUA	32

4.10 TRATAMIENTO	33
-------------------------	-----------

CAPITULO V: CONCLUSIONES	34
---------------------------------	-----------

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	36
-------------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	37
---------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO A ESTIMADO DE POBLACIÓN Y CONSUMO

TABLA No. 1 CENSO POBLACIONAL

TABLA No. 2 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

TABLA No. 3 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE CONSUMO

TABLA No. 4 CONSUMO MAXIMO DIA Y CONSUMO MAXIMA HORA

ANEXO B CÁLCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA Y POTENCIA HIDRAULICA

TABLA No. 1 DATOS BASICOS

TABLA No. 2 CÁLCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA

TABLA No. 3 CÁLCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA

TABLA No. 4 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL EQUIPO PARA 10 AÑOS

TABLA No. 5 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL EQUIPO PARA 20 AÑOS

TABLA No. 6 CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE

GRAFICO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA

ANEXO C ANALISIS ECONOMICO DEL DIAMETRO DE LA LINEA DE CONDUCCION

TABLA No.1 CÁLCULO DEL COSTO DE INVERSIÓN (CI) Y DEL COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE INVERSIÓN (CAEI)

TABLA No. 2 CÁLCULO DEL COSTO ANUAL DE ENERGÍA

TABLA No. 3 CÁLCULO DEL COSTO ANUAL EQUIVALENTE TOTAL (INVERSIÓN Y OPERACIÓN)

**ANEXO D SIMULACION HIDRAULICA CON EL PROGRAMA
EPANET**

TABLA No. 1 DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

CONSUMO DE MÁXIMA HORA EN LA RED PARA 20 AÑOS

TABLA No. 2 RESULTADOS EN LOS NODOS

TABLA No. 3 RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS LÍNEAS

CONSUMO DE MÁXIMA HORA SIN CONSUMO EN LA RED PARA 20 AÑOS

TABLA No. 4 RESULTADOS EN LOS NODOS

TABLA No. 5 RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS LÍNEAS

**ANEXO E ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y
EQUIPO**

ANEXO F LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ANEXO G JUEGO DE PLANOS

AGRADECIMIENTOS

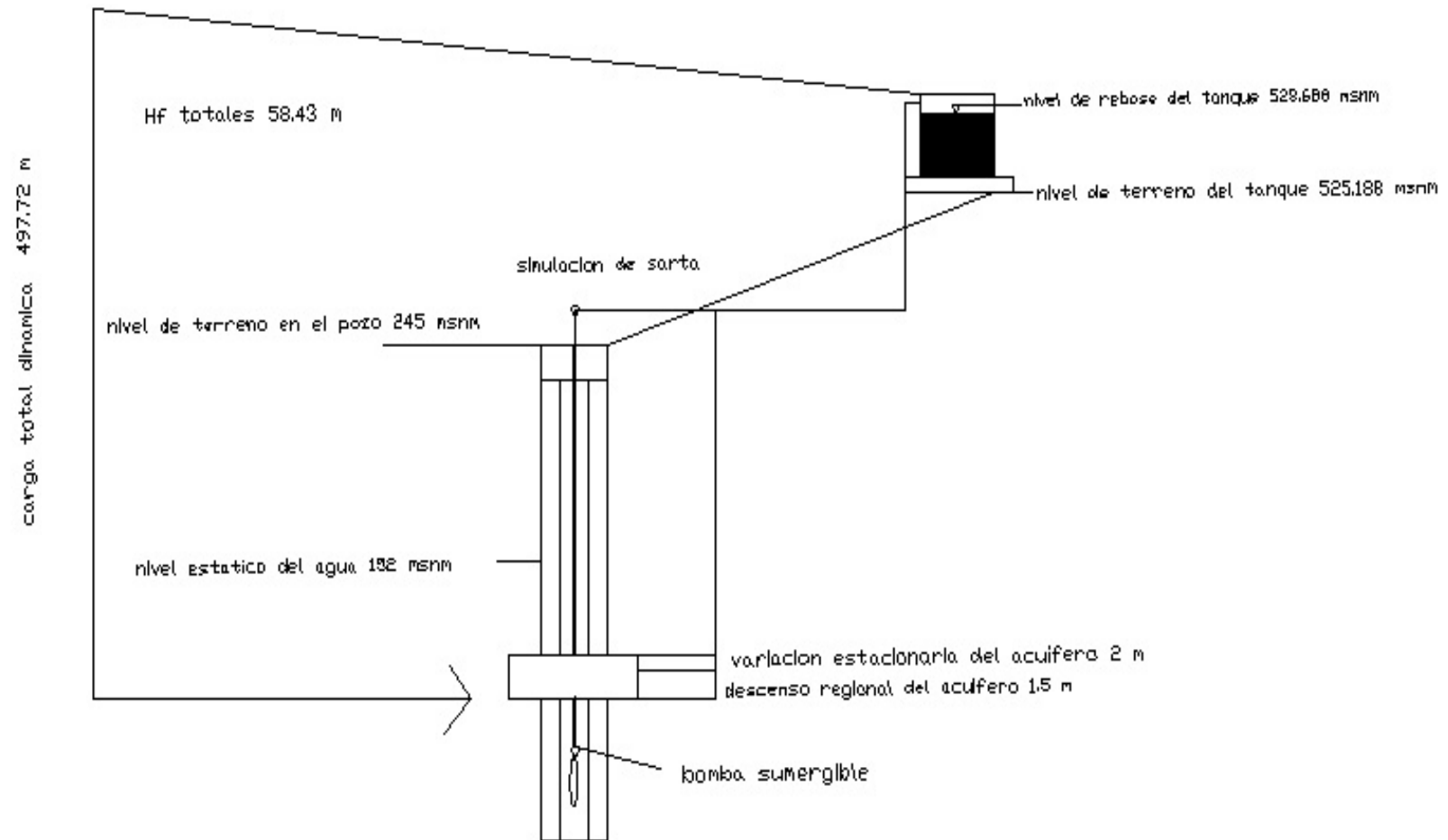
A Dios por darme la sabiduría para concluir los estudios universitarios.

A mi mamá Aura Canda Molina por su apoyo incondicional durante mis estudios.

A mi abuela Guillermina Molina por sus sacrificios que permitieron que culminara mis estudios.

Edwin José López Canda

Grafico de la carga total dinámica para 20 años



CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

La entrega de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en Nicaragua en las zonas urbanas compete a la empresa nacional de acueductos y alcantarillados (ENACAL) y, en zonas rurales, a los comités de agua potable. A pesar de que los niveles de inversión son relativamente altos, el acceso a los servicios de abastecimiento de agua en las zonas urbanas apenas si ha podido mantener el ritmo del crecimiento poblacional, mientras que el acceso a servicios urbanos de saneamiento ha declinado y, en ambos casos, la calidad del servicio es deficiente. Sin embargo, en las zonas rurales se ha logrado un incremento sustancial en la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

En las zonas rurales, el acceso a servicios mejorados de abastecimiento de agua ha aumentado significativamente: de 46% en 1990 a 63% en 2004, mientras que el acceso a servicios mejorados de saneamiento incrementó de 24% en 1990 a 34% en 2004.

Las comunidades de Los Jocotes y Vista Alegre sector III, son comunidades rurales pertenecientes al departamento de Masaya. Las características topográficas del terreno son irregulares, la elevación del terreno se encuentra entre los 260 y 520 m.s.n.m.

Estas comunidades actualmente presentan problemas en el sistema de Abastecimiento de Agua para el consumo humano, ya que la fuente de consumo utilizada es la laguna de Masaya en época de verano y en época de invierno es el agua recolectada de los techos, la cual no cumple con los requisitos sanitarios de calidad, repercutiendo directamente a la transmisión de enfermedades de origen hídrico; sumando a esto que la forma de utilización del agua va ligada a las características y costumbres que poseen las comunidades rurales.

En el presente documento se pretende diseñar un sistema de agua potable, denominado Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE). Este sistema incluye el aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante la perforación de un pozo, utilización de una bomba sumergible, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución a través de puestos públicos.

1.2 ANTECEDENTES

Las comunidades rurales de los Jocotes y Vista Alegre sector III surgieron por el crecimiento poblacional de las ciudades de Masaya y Nandasmo, se formaron de forma espontánea en el año 1920, El nombre de Vista Alegre proviene del majestuoso paisaje que ofrece, una gran y hermosa vista a la laguna de Masaya, muestra un ambiente de alegría con sus hermosos colores y bella naturaleza que la rodean.

Cuando se fundó la comunidad al igual que en muchas partes de nuestro país sus pobladores eran muy pocos y luego con el pasar de los años las familias crecían al igual que la comunidad. Dentro de los primeros pobladores podemos mencionar a Benjamín Ampié Hernández, Fruto Alegría, Ana Fuentes Espinal, Macario Hernández, Julián Méndez y Carlos Norori.

Las comunidades cuentan con una población actual de 784 habitantes de los cuales 240 habitantes ingresaron al sistema educativo, estas comunidades están ubicadas en un área de 8,000 m^2 .

La población se abastece de la red de suministro de agua potable del barrio Monimbó, Masaya. Cabe señalar que esta agua es trasladada hasta las viviendas a través de cisternas, barriles, baldes, etc. Es necesario mencionar que en época de invierno esta población consume el agua de lluvia recolectada de los techos de las viviendas para consumo humano, sin ningún tratamiento.

1.3 JUSTIFICACION

Las comunidades rurales de Los Jocotes y Vista Alegre Sector III están ubicadas en zonas muy alejadas de la ciudad de Masaya lo cual hace imposible el acceso de estas a la red de distribución de agua potable municipal.

Los pobladores de ambas comunidades se abastecen de agua para su consumo usando el agua que es trasladada de diversas formas de acarreo en época de verano y el agua de lluvia recolectada de los techos de las viviendas en época de invierno.

Ante esta situación el presente trabajo propone un diseño completo para el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades en estudio, se empleara un sistema Fuente – Tanque – Red. Estas comunidades cuentan con el servicio de energía eléctrica lo cual facilita la instalación de una bomba para trasladar el agua de la fuente hasta un tanque de almacenamiento, las condiciones topográficas del terreno hacen que el suministro de agua potable sea por gravedad y que presente eficacia en cuanto a su calidad, continuidad y cantidad en dependencia de la demanda diaria y futura de su población.

Los beneficios en el campo de la salud constituirán invaluable logros para los habitantes de las comunidades y el municipio en general, permitiéndose de esta manera la reducción de las enfermedades más comunes en las comunidades en estudio, como son las enfermedades respiratorias y enfermedades renales.

Es notorio el interés por parte de los pobladores de estas comunidades a ser beneficiadas para hacer efectivo este proyecto, pues es uno de los problemas más comunes y sentidos en los sectores rurales por las enfermedades de origen hídrico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las comunidades rurales los Jocotes y Vista Alegre sector III, municipio de Masaya, departamento de Masaya.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el censo poblacional en ambas comunidades para determinar la población actual y su distribución.
- Realizar un levantamiento topográfico para definir las zonas en estudio.
- Determinar la ubicación del tanque de almacenamiento y su dimensionamiento.
- Hacer uso de los criterios hidráulicos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable usando las normas técnicas de ENACAL para el Medio Rural, tipo Fuente-Tanque-Red.
- Diseñar la línea de tubería de las comunidades haciendo uso del programa EPANET.
- Elaborar los planos y detalles constructivos.

CAPITULO II: DESCRIPCION GENERAL DE LAS COMUNIDADES

2.1 INFORMACION GENERAL

El presente documento contiene el diseño de los componentes de un acueducto para suministrar agua potable a las comunidades rurales de los Jocotes y Vista Alegre sector III.

El acceso a estas comunidades se da por medio de la Carretera Vieja de los Pueblos (Carretera Catarina - Masatepe), ingresando por la olla de barro 5 km al norte o también se puede ingresar por Masaya, de la iglesia magdalena 3 km al oeste, la vía es de macadán y transitable todo el año.

El clima de la zona, según la clasificación de Koppen¹ es de tipo sabana tropical, con una precipitación anual de alrededor de 1200 mm². Para caracterizar la climatología de las localidades mencionadas se seleccionó la estación meteorológica de Masaya, que se ubica aproximadamente a unos 15 km., al Norte-Oeste de la ciudad de Masaya, con una elevación de 225.00 m.s.n.m y se puede considerar representativa para la zona de estudio.

La temperatura promedio anual se reporta en 27.5°C³, con una oscilación media de 3°C. El periodo más caluroso ocurre desde Marzo hasta inicio de Mayo y los más frescos son Noviembre y Diciembre. Las temperaturas medias mínimas alcanzan valores entre 25.5°C - 26.3°C y las medias máximas varían entre los 28.5°C. - 29.6°C.

La evaporación media anual asciende a 2755.50 mm., con valores máximos en Marzo – Abril. La humedad relativa media anual es de 70.30 %. El brillo solar varía de 7.20 a 10.20 h/día.

En la Figura No.1 se presenta la macrolocalización y en la Figura No. 2 se observa la microlocalización de las comunidades de los Jocotes y Vista Alegre Sector III, pertenecientes al Municipio de Masaya, Departamento de Masaya.

¹ Regiones Climáticas de Nicaragua, Clasificación de Koppen, Figura 2 - A, INETER

² Precipitación Media Anual, Figura 2 - B, INETER

³ Mapa Isotérmico de Nicaragua, Figura 2 - C, INETER

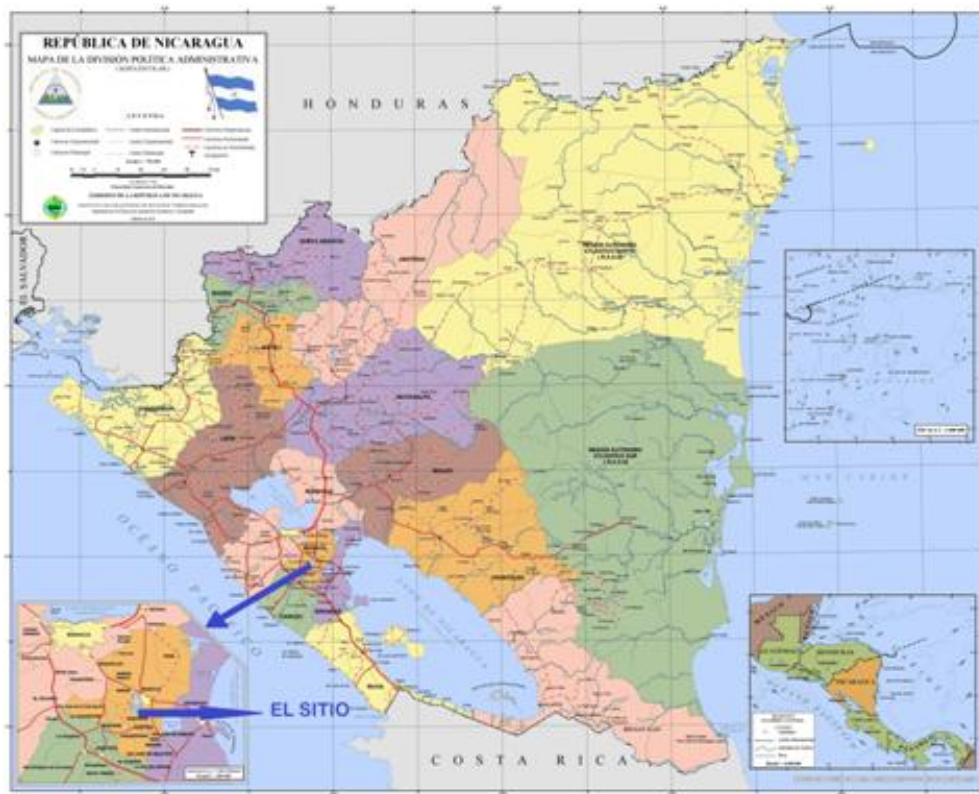


Figura No. 1



Figura No.2

2.2. LOS JOCOTES

2.2.1 LOCALIZACION

Se ubica a 2 kilómetros al sur- oeste de la Ciudad de Masaya. Cartográficamente, se ubican en las siguientes coordenadas kilométricas:

- **Latitud Norte:** **13°21'55"**
- **Latitud Este:** **59°60'70"**

Los límites en que se encuentran están comprendidos:

Norte: Ciudad de Masaya
Sur: Comarca Vista Alegre sector III
Este: Comarca El Pochote
Oeste: Laguna de Masaya

2.3 VISTA ALEGRE SECTOR III

2.3.1 LOCALIZACION

Se ubican a 2.6 kilómetros al sur- oeste de la Ciudad de Masaya, Cartográficamente, se ubican en las siguientes coordenadas kilométricas:

- **Latitud Norte:** **13°21'50"**
- **Latitud Este:** **59°60'75"**

Los límites en que se encuentran están comprendidos:

Norte: Comarca Los Jocotes
Sur: Municipio de Nandasmo
Este: Comarca El Mojón
Oeste: Laguna de Masaya

2.4 POBLACION Y VIVIENDA

La comunidad de Los Jocotes tiene una población total de 421 habitantes se encuentran aglutinadas en 98.

La comunidad de Vista Alegre Sector III está constituida por una masa poblacional de 49 familias, la mayoría compuesta de 2 a 9 miembros, para un total de 363 habitantes.

Todas las familias poseen viviendas. La mayoría de estas casas están construidas de bloques, piedra cantera y la minoría son de madera, la estructura de techo es de zinc y en pequeña escala son de teja de barro, pisos de tierra y muy pocas tienen piso de concreto pobre.

2.5 SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES

En las comunidades existe el tendido de energía eléctrica, el cual pasa en el derecho de vía lo que facilita que todos los pobladores tengan acceso a este servicio. Por tal razón el 97% de las viviendas tienen el servicio y el otro 3% no disponen del servicio porque son propiedades alejadas de la vía (fincas).

Los jocotes cuenta con una escuela primaria con clases de multigrado, ejercido en el turno matutino con una población estudiantil de 44 alumnos, está fue construida en la década de los noventas, consta de tres aulas las cuales se encuentran en buen estado.

No posee Centro de Salud, por lo que los habitantes concurren hasta el centro de salud del barrio Monimbó o al hospital central de la Ciudad de Masaya.

Vista Alegre cuenta con una escuela la cual tiene seis secciones además de las oficinas para docentes y dirección, la matrícula actual es de 155 alumnos atendidos en el turno matutino.

Existe puesto de salud sin atención médica, por lo que se hace más difícil un control a todas las enfermedades que presenta la población, por lo cual si requieren asistencia hospitalaria tienen que viajar hasta el centro de salud del barrio Monimbó o al hospital central de la Ciudad de Masaya.

No hay tendido de cableado telefónico, pero si hay señal de telefonía celular de dos compañías (Claro y Movistar) para ambas comunidades.

2.6 VIAS DE COMUNICACION Y TRANSPORTE

Las vías de acceso que tiene la comunidad son las siguientes:

- La carretera a Niquinohomo que es transitable todo tiempo.
- La carretera a Nandasmo que es transitable todo tiempo.
- La carretera a la Curva que es transitable todo tiempo.
- La carretera a la Concha que es transitable todo tiempo.

Todas estas carreteras son transitables todo tiempo y revestidas con material selecto (Macadán), por lo que transitan:

- Ruta Interurbana: Masaya - Vista Alegre.
- Taxis.

Esta ruta interurbana trabaja de las 4:00 a.m. a las 2:00 p.m. y el resto del tiempo el medio de transporte son los taxis.

2.7 TOPOGRAFIA DEL TERRENO

Las comunidades se encuentran asentadas sobre un relieve accidentado (Montañoso), cabe mencionar que las comunidades no están asentadas en zonas de riesgo ya que todas las casas se encuentran ubicadas sobre terrenos estables y sin el riesgo de tener deslave de algún cerro cercano.

2.8 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Tienen como principal actividad económica la producción de granos básicos, hortalizas, cítricos, productos no tradicionales, la ganadería, la crianza de cerdos, y aves de corral en pequeña escala. Es bueno mencionar que en la época de verano muchas familias trabajan en puestos temporales como la albañilería y muy pocos siembran hortalizas de riego.

2.9 CONDICIONES HIGIÉNICOS SANITARIAS

La mayoría de los habitantes realizan actividades de quema de basura, el resto la acumula en los patios de las casas, cabe mencionar que las aguas residuales se riegan en los patios de los hogares.

Las condiciones de las letrinas existentes en las 98 viviendas de la comunidad de los Jocotes son regulares y se ubican en las afueras de las casas de igual manera se encuentran las 49 viviendas de la comunidad de Vista Alegre.

2.10 INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES MÁS COMUNES

Las enfermedades más comunes son: En los hombres la artritis; en las mujeres la artritis e infecciones de las vías urinarias y en los niños son las enfermedades respiratorias además de parásitos.

2.11 MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Los recursos naturales que posee las comunidades en estudio son muy pocos, ya que el bosque prácticamente ha desaparecido, por la tala del mismo debido a la indiscriminada venta de leña. Hay presencia de fauna silvestre, es común observar zanates, palomas, codornices, aves de corral, chocoyos, entre otros por lo general en la fincas. Se ha hecho esfuerzos por reforestar la zona a través de un proyecto desarrollado por organismos no gubernamentales y por la alcaldía municipal de Masaya. En este proyecto se ha establecido un vivero y posteriormente se les entregó plantas de eucalipto, madero, pochote, cedro, limón, aguacate y plátanos. Muy pocos resultados tuvo este programa, pues el vivero fracasó por la negligencia de las familias.

Uno de los principales problemas ambientales que se tiene en la zona es la quema, al llegar el invierno se realiza como forma de preparar el suelo para la agricultura. En general estas comunidades se encuentran ecológicamente dañadas.

2.12 SITUACIÓN ORGANIZACIONAL

La única organización existente en las dos comunidades es el Consejo de Poder Ciudadano, el cual está representado por el señor Danilo García, que ocupa el cargo de coordinador general.

Dicho consejo ha gestionado financiamiento con el programa Usura Cero, Hambre Cero, además de gestionar fertilizantes a bajos costos para los pobladores que se dedican a la agricultura.

Actualmente se encuentran gestionando el mantenimiento del camino (Adoquinado), construcción de un puente y el mantenimiento de otro.

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA

En diversas comunidades del país se han construido un sinnúmero de sistemas de abastecimiento de agua potable en el sector rural, en comunidades pequeñas y diversas, lo cual implica la complejidad tanto en la construcción como en la operación, mantenimiento y administración de los mismos. Para la sostenibilidad de estos proyectos se ha estado implementando la estrategia de la "participación comunitaria" como pilar fundamental, en el ciclo del proyecto, desde la concepción hasta la puesta en marcha para lograr la celeridad del desarrollo del sector Rural¹.

Debido a que las poblaciones en donde se localizan los sistemas de agua potable rurales dispersos corresponden principalmente a comunidades con un número reducido de habitantes, del sector rural, (en donde la principal actividad es la agricultura o la ganadería, por la cual se deduce que no hay suficientes conocimientos y experiencia en administración de instituciones o empresas de servicio), y que tales sistemas pertenecen a la misma población, el mejor tipo de organización que se ofrece para hacer frente a la operación y mantenimiento es que queden a entes locales mediante la conformación de un Comité de Agua Potable y Saneamiento, llamados CAPS.

En nuestro caso se encontró que se contaba con un comité pro sistema de agua, el cual está constituido por un coordinador, secretario, tesorero y vocal; los cuales realizaban las reuniones y los contactos con los diferentes organismos que los pudiesen ayudar en la construcción del sistema de agua potable.

3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño que fueron utilizados en el presente trabajo son los establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), a través de las Normas de Diseño para Pequeños Sistemas de Acueductos Rurales (Gerencia de Normación Técnica Nacional – Dirección de Acueductos Rurales – DAR)

3.3 CAPACIDAD DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO

3.3.1 Generalidades

La fuente de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de agua potable, de forma tal, que para proceder a la secuencia de diseño de todos dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada.

¹ Guía para la Administración, Operación y mantenimiento de Acueductos Rurales, INAA – Ente regulador, Junio 1999

La fuente de abastecimiento debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

El caudal máximo permisible en la explotación del pozo se encuentra sujeta a las variaciones del consumo y estará expresada en porcentaje de la demanda promedio diario, se espera sea igual o superior a 1.5 veces del consumo promedio diario (CPD). La vida útil o la de diseño del mismo perforado son de 15 años continuos de uso².

Esta opción será considerada solo en los casos que exista:

- Disponibilidad de la fuente.
- Disponibilidad de energía eléctrica.
- Capacidad de pago de la comunidad.

Si no se puede aplicar esta opción se procurara adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizara la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un periodo de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QPD).
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

² Normas técnica para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural(NTON 09001 - 99), INAA-Ente Regulador

3.4 PRUEBA DE BOMBEO

Se debe realizar una prueba de bombeo de caudal variable (escalonado), de tres escalones de dos horas de duración cada uno, la relación del caudal entre escalones será de 1.5 a 2 veces, para cada escalón y una prueba de caudal constante de 24 horas, con el caudal del último escalón. Como criterio técnico, el objetivo que se persigue con esta prueba de bombeo, es determinar el caudal de explotación, el comportamiento y eficiencia del pozo para determinar el equipo de bombeo y sus características hidráulicas.

3.5 PROYECCION DE LA POBLACION

3.5.1 Generalidades

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad. Con el fin de poder estimar la población futura es necesario estudiar las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, y hacer predicciones sobre su futuro desarrollo.

3.5.2 CÁLCULO DE POBLACIÓN

3.5.2.1 Método Geométrico

El método geométrico se aplica a localidades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija, es proporcional al tamaño de la población en un determinado tiempo.

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará la fórmula siguiente²:

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Dónde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

²Normas Técnicas para el Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 - 99)
INAA – ente regulador

3.6 DOTACION Y POBLACION A SERVIR

3.6.1 Generalidades

Dotación es la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos del servicio que se hace en un día medio anual, sin incluir las pérdidas físicas.

La dotación de agua está en dependencia de:

1. Nivel de Servicio adoptado
2. Factores geográficos
3. Factores culturales
4. Uso del agua.

Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd. En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

3.6.2 Nivel De Servicio

Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua. Se identifican tres niveles de servicio³, dependiendo de la capacidad de la fuente de abastecimiento y de la capacidad socioeconómica de la población.

3.6.3 Conexiones Domiciliarias

Teniendo el usuario la oportunidad de ampliar el sistema dentro de su propiedad y alimentar varios artefactos sanitarios, dotación mínima de 80 - 100 lppd (21.1 – 26.4 gppd).

3.6.4 Conexiones Domiciliarias de Patio

Consiste en una llave domiciliar única, colocada en el patio de la vivienda. Se utiliza cuando la dotación y el consumo previsto sean menores que la capacidad de la fuente. Dotación mínima 50 – 60 lppd (13.2 – 15.9 gppd).

3.6.5 Puestos Públicos

Es un punto de distribución en el que puede haber una o más llave de chorro. Se utilizan puestos públicos en aquellos lugares donde las viviendas son pocas y dispersas; que estén dentro de un radio de 100 mts. También se emplean para centros públicos como Escuelas, Centro de Salud y Centros Infantiles, con una dotación mínima de 30 a 40 lppd (7.9 – 10.6 gppd).

³ Normas Técnicas para el Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 - 99) INAA – ente regulador.

El nivel de servicio a brindar corresponde a un 100 % de conexiones domiciliarias aclarando que a cada vivienda se le colocara una conexión única por vivienda y las ampliaciones internas le corresponden a cada familia.

3.6.6 Perdidas en el Sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce como pérdidas y/o fugas del sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fija en un 20%.

3.7 PARAMETROS DE DISEÑO

3.7.1 Período de Diseño

El periodo de diseño, es el tiempo o número de años en el cual se considera que el sistema funcionara en forma eficiente cumpliendo los parámetros, respecto a los cuales se ha diseñado el sistema.

Entre los factores que inciden en los parámetros de diseño esta la vida útil de las estructuras, facilidad o dificultad para hacer ampliaciones futuras, relación anticipada del crecimiento de la población y la posibilidad de financiamiento y tasas de interés.

En el país, se norma la selección de los periodos de diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable rurales de acuerdo al contenido de la siguiente tabla²:

Tabla 1

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

²Normas Técnicas para el Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 - 99)
INAA – ente regulador

3.7.2 Variaciones de Consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo Promedio Diario (CPD): Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de servicio.

$$\text{CPD} = \text{Población} * \text{Dotación}$$

Consumo Máximo Día (CMD): Representa el día de mayor consumo en el año.

$$\text{CMD} = 1.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)}$$

Consumo Máximo Hora (CMH): Es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo y se presenta en una hora durante un año completo.

$$\text{CMH} = 2.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)}$$

3.8 ESTACIONES DE BOMBEO

3.8.1 Generalidades

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

3.8.2 Caseta de Control

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

3.8.3 Equipo de Bombeo y Motor

Una bomba es una maquina hidráulica capaz de transformar energía, absorbiendo un tipo de energía y restituyéndola en otra forma de energía. En general, se considera el fluido que intercambia energía como peso específico constante y por lo tanto incompresible⁴.

3.8.4 Bombas Verticales

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuado al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- El diámetro del ademe del pozo, debe ser lo suficientemente amplia para que permita acomodar la bomba con tolerancia adecuada para su instalación y eficiente funcionamiento por lo cual el diámetro debería ser de dos números mayor que el diámetro nominal de la bomba.

3.9 LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION

3.9.1 Generalidades

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

3.9.2 Línea de Conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día.

⁴ Diseño de Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla, 2da. Edición.

Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

3.9.2.1 Línea de Conducción por Bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos.

a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen - Williams u otra similar.

b) Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D= metros

Q= m³/seg

c) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).

d) La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

3.9.3 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM=2.5CPD, más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

3.9.4 Hidráulica del Acueducto

3.9.4.1 Generalidades

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

3.9.4.2 Líneas de Conducción

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Dónde:

- H= Pérdida de carga en metros
- L= Longitud en metros
- S= Pérdida de carga en mt/mt
- Q= Gasto en m³/seg
- D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

3.9.4.3 Golpe de Ariete

Por la configuración del sistema y la distancia entre el pozo y el tanque se calcularán y verificarán los efectos de sobrepresión transitoria producidas por el **golpe de ariete** provocada por interrupciones súbitas de la energía eléctrica en las estaciones, maniobras de cierre o apertura de válvulas de seccionamiento en la tubería de descarga que se efectúan antes del paro o después del arranque de una bomba respectivamente. Para ello se estimará de acuerdo a la expresión siguiente³:

$$h_{ga} = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{E_a \cdot \Phi}{E_t \cdot e}}}$$

Dónde:

h_{ga} : Es la sobrepresión máxima producida por el golpe de ariete en metros columnas de agua (m.c.a).

V: Es la velocidad de circulación del agua en la tubería m/s.

Φ : Diámetro interno de la tubería en cm.

E_a : Módulo de elasticidad del agua en kg/cm^2 .

e: Espesor de la pared de la tubería en cm.

E_t : Módulo de elasticidad del material con que está fabricado el tubo.

Tabla 2 Tabla de presiones en la tubería².

Presión Máxima de Trabajo (p.s.i)				
PVC				HG
SDR- 40	SDR- 32.5	SDR- 26	SDR- 17	
100	125	160	250	490

3.9.4.4 Red de Distribución

Para el análisis de la red debe considerarse el caso de red abierta (Ramificada). Para este caso el análisis puede efectuarse de la siguiente manera.

a) Aplicando la fórmula:

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L$$

³Teoría del Golpe de Ariete y sus aplicaciones en la Ingeniería Hidráulica, Uriel Mancebo del castillo, Primera edición, Editorial LIMUSA S.A, México 1987.

²Normas Técnicas para el Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 - 99) INAA – ente regulador

En la cual:

- H: Pérdidas por fricción en metros
- Q_e : Caudal entrante en el tramo en (gpm)
- Q_f : Caudal de salida al final del tramo (gpm)
- S_e : Pérdidas en el tramo correspondientes Q_e en decimales
- S_f : Pérdidas en el tramo correspondientes Q_f en decimales
- L: Longitud del tramo en metros

3.9.5 Presiones Máximas y Mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión Mínima: 5.00 metros
- Presión Máxima: 50.00 metros

3.9.6 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos

El coeficiente de rugosidad es función principalmente del material de la tubería y del estado de las paredes del tubo.

La tabla 3.2 indica algunos valores comunes de C para diferentes materiales²:

Tabla 3

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (H^o . G^o)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (H^o . F^o)	130
Tubo plástico (PVC)	150

²Normas Técnicas para el Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 - 99)
INAA – ente regulador

3.9.7 Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes⁵:

Velocidad mínima: 0.3 m/s

Velocidad máxima: 3.0 m/s

3.9.8 Cobertura de Tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

3.10 ALMACENAMIENTO

3.10.1 Generalidades

Dado que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar agua en un tanque durante los periodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los periodos en que la comunidad demanda gran cantidad del líquido.

Tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

3.10.2 Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 25% del consumo promedio diario.

⁵ Normas Técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua, INAA - 2001

b) Volumen de emergencia

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 15 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 40% del consumo promedio diario.

3.10.3 Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

3.11 DESINFECCION

3.11.1 Generalidades

En la actualidad ningún agua en su estado natural es apta para consumo humano; además, siempre se requerirá un tratamiento mínimo de cloración con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua.

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales o subterráneas, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

3.11.2 Desinfección

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipulación del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento.

El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

CAPITULO IV: MEMORIA DE DISEÑO

En el presente capítulo se brinda la información técnica en todos sus aspectos y criterios técnicos de los cuales se hizo mención en el capítulo III, basado en la obtención de todos los datos extraídos en el campo como: censos poblacionales, servicios existentes, situación económica, estudio hidrogeológico de la localidad, levantamiento topográfico, así como la información necesaria recopilada en las instituciones pertinentes (INEC, INAA-ENACAL, INETER) para el soporte de cada uno de los cálculos realizados.

4.1 PERIODO DE DISEÑO

Considerando la vida útil de las estructuras y equipos componentes del sistema de abastecimiento de agua, así como el crecimiento de la población, y posibles dificultades para la ampliación del proyecto, se estima que el periodo de diseño razonable para todo el sistema es de 20 años.

El periodo de diseño de 20 años comprende desde el año 2011 hasta el año 2031, se realizó un análisis técnico de cada una de las partes del sistema para dicho periodo, exceptuando el equipo de bombeo que se analizó su operación técnica para un periodo de 10 años.

4.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Las proyecciones de la población han sido preparadas con base en la estimación realizada por INEC en el año 2005, donde estimaron el crecimiento en el periodo 2000-2005 para las áreas urbanas y rurales de todos los municipios, INEC estimó que la tasa de crecimiento en el sector rural del Municipio de Masaya será del 2.00% en el periodo 2000-2005.

La población total de las comunidades rurales de Los Jocotes y Vista Alegre Sector III es de 784 habitantes concentradas en 147 viviendas según censo poblacional efectuado en este estudio, este dato se tomó como base para la proyección. El año 2011 fue tomado como año cero para efectos de diseño.

$P_{2011} = 784$ habitantes (Inicio del proyecto)

$P_{2031} = 784 (1 + 0.02)^{20} = 1165$ habitantes (Fin del proyecto)

Los resultados de las proyecciones de la población de las comunidades se muestran en la tabla No.2 del anexo A.

4.3 ESTIMADO DE CONSUMO

La proyección de consumo de la población durante el periodo de diseño, se basa en la proyección de poblaciones. Tales consumos incluyen: consumo promedio diario total, consumo máximo día y consumo de máxima hora, siendo expresados cada uno en litros por segundo (lps) y galones por minuto (gpm). Los criterios empleados en la determinación de los consumos se han mencionado en el capítulo III.

En los resultados reflejados en la tabla No. 3 y No. 4 del anexo A; los cuales brindan la información de proyección de demanda de consumo (consumo promedio diario total), cálculo del consumo máximo día y consumo de máxima hora, se puede observar que:

- El consumo promedio diario total varía entre 0.88 lps (13.95gpm) en el año 2011 y 1.29 lps (20.45gpm) en el año 2031.
- El consumo de máximo día tiene un valor inicial de 1.33 lps (21 gpm), incrementándose a 1.95 lps (31 gpm).
- El consumo de máxima hora, varia de 2.22 lps (35 gpm) a 3.24 lps (51.36gpm).

4.4 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

4.4.1 Instalaciones Existentes

En las comunidades rurales de Los Jocotes y Vista Alegre Sector III, no existe ningún tipo de infraestructura de abastecimiento de agua, por lo que la población se abastece de la red de suministro de agua potable del barrio Monimbó, de Masaya. Cabe señalar que esta agua es trasladada hasta las viviendas a través de cisternas, barriles, baldes, etc. los cuales no cumplen con los requisitos sanitarios de calidad, repercutiendo directamente a la transmisión de enfermedades de origen hídrico

Es necesario mencionar que en época de invierno esta población consume el agua de lluvia recolectada de los techos de las viviendas para consumo humano, sin ningún tratamiento.

4.4.2 Fuente de Abastecimiento Propuesta

Basados en los criterios principales para la selección del sitio de perforación como es: disponibilidad del terreno por parte del dueño, disponibilidad del servicio eléctrico (monofásico) y accesibilidad al sitio de perforación.

Es seleccionado el sitio de perforación del pozo el cual abastecerá de agua potable las comunidades, según las recomendaciones expuestas en el diagnóstico hidrogeológico.

Se propone la construcción de un pozo con el propósito de obtener el caudal de diseño (para 20 años) que satisfaga la demanda de agua para las comunidades en estudio, con las características descritas en el siguiente cuadro.

Tabla No.4 Parámetros técnicos para la perforación del pozo.

Diámetro de perforación	14.00 plg
Profundidad nominal	618.00 pie
Diámetro de revestimiento HF	12.00 plg
Ademe	600.00 pie
Empaque de grava, diámetro 1/4"	3.00 m³
Sello sanitario	20.00 pie
Tubo piezométrico de 1"	598.00 pie
Prueba de bombeo	6.00 hrs

Fuente: Norma de construcción del INAA.

Según los cálculos realizados para el consumo de máximo día y consumo de máxima hora, al finalizar el periodo de diseño 20 años se obtiene que:

Caudal de explotación de 31gpm, la que equivale a 1.5 del consumo promedio diario.

4.4.3 Estudio Hidrogeológico

El nivel de agua subterránea en el área de la comunidad varía de 170 m a 190 m según la información suministrada por el área de Hidrogeología del INETER. No existe información de profundidades máximas en pozos excavados ya que no se ha construido ninguno en las comunidades.

En la zona no se pudo realizar ningún estudio de pozos, con el propósito de generar una idea general de la situación de las aguas subterráneas en la comunidad. No se dispone de análisis físicos químicos del agua subterránea, por lo que se desconoce su calidad.

4.4.3.1 Geología

Las comunidades de Los Jocotes y Vista Alegre Sector III están localizadas en la región hidrogeológica de sedimentos lacustres y aluviales, en los primeros afloramientos de rocas volcánicas terciarias, esencialmente Ignimbritas claras, que se presentan meteorizadas en superficie y fracturadas.

La zona en estudio forma una elevación de tierra seca ubicada en la depresión de Nicaragua, la elevación se formó por acumulación de rocas volcánicas en este espacio como por movimientos tectónicos del Horsts.

Desde el punto de vista de evolución geomorfológica el relieve de la zona está formado solamente por superficies estructurales de origen volcánico de una edad reciente hasta sub-reciente.

La zona estudiada está expuesta al riesgo sísmico y volcánico muy alto.

- El riesgo sísmico está causado por la actividad tectónica dinámica en el borde de la depresión de Nicaragua, en el Pull-Apart de Managua y en los márgenes de las calderas del sistema de Masaya.
- El riesgo volcánico es todavía actual debido a las etapas de su desarrollo.
- El riesgo de los procesos exógenos como erosión, erosión subterránea, hundimientos, flujos de lodo, precipitaciones, las avalanchas de piedras con una predisposición tectónica y sísmica, deslizamientos y acumulaciones de nuevos conos fluviales.

4.4.3.2 Hidrogeología

Por ser una zona tropical de sabana y de precipitaciones menores a los 1200 mm., no existen ríos y quebradas con escurrimientos permanentes, pues solamente escurren en temporada de lluvias. La quebrada más cercana nace en las comunidades de Catarina y El Pochote cruza las comunidades en estudio y descarga sus escurrimientos en la Laguna de Masaya. Dicha quebrada ha socavado su cauce, erosionando los espesores de las formaciones terciarias.

En la cuenca de drenaje los terrenos son francos, limoarenosos, escoria volcánica y pómez, regularmente bien drenados.

Según resultados prácticos de los pozos perforados en estas formaciones, producen caudales de bombeo entre 25 y 100 galones por minuto, lo que indica que estos acuíferos son pobres, pero podrían resolver la demanda de las pequeñas comunidades de Los Jocotes y el Sector III de Vista Alegre.

La profundidad del agua subterránea en el pozo perforado de la comunidad vecina El Pochote se encuentra a 203.00 varas o más bien a los 170.00 m, lo que implica que el agua subterránea se encuentra muy profunda. Dada la profundidad del agua subterránea, es ventajosa en el sentido que pone en una posición segura al agua subterránea de ser infectada por aguas contaminadas.

El nivel del agua subterránea registra una media de descensos en los pozos de la zona entre las dos estaciones del año (invierno-verano) de casi 2 metros.

4.4.3.3 Hidroquímica

En la zona no contamos con información sobre el PH del agua y conductividad eléctrica promedio, ya que no hay ningún pozo que nos brinde esta información.

4.4.4 Selección de los sitios de perforación

La cuenca del pacifico desde el punto de vista hidrogeológico representa el mayor potencial de agua subterránea del país. Los criterios principales para la selección del sitio de perforación fueron los siguientes¹:

- Disponibilidad de donación del predio por parte del dueño.
- Disponibilidad del servicio eléctrico (monofásico).
- Accesibilidad al sitio de perforación.

Dado estos criterios fue seleccionado un sitio para realizar la perforación del pozo el cual abastecerá de agua potable a las comunidades.

El sitio se ubica en los terrenos comunitarios, localizado en el sector norte de la comunidad, en donde esta alternativa tiene las siguientes características:

- Nivel estático del agua 152 m.
- Energía eléctrica monofásica a 135 m de distancia (poste de luz).
- Elevación con respecto al nivel del mar de 245 m.

¹ Normas técnica para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001 - 99), INAA-Ente Regulador

4.4.5 Prueba de bombeo

Al momento de finalizar construcción del pozo perforado se deberá de realizar una prueba de bombeo por un periodo como mínimo de 6 horas, a caudal de 20 gpm, para determinar el rebajamiento en toda la etapa, esta prueba deberá ser realizada por los perforadores.

4.5 ESTACION DE BOMBEO

4.5.1 Características del equipo de bombeo

Las características del equipo de bombeo es la siguiente:

Tabla No. 5

	10 años	20 años
Eficiencia	75 %	75 %
Carga total dinámica	483.47 m	497.72 m
Caudal	25.99 gpm	31 gpm
Bomba con motor	18 HP	20 HP

4.6 LINEA DE CONDUCCION

Para la determinación del mejor diámetro, se efectuó el análisis económico correspondiente, conocido este como diámetro económico de bombeo, tomando en cuenta los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías y los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presenta el menor costo es el diámetro de 2 pulgadas (50 mm).

La línea proyectada tendrá una longitud aproximada de 2,077.00 m, los primeros 1,000 m serán instalados con tubería PVC de 2" SDR-13.5, y el resto 1,077.00 m serán instalados con tubería de cédula SDR-17. La tubería SDR-13.5 será capaz de resistir el golpe de ariete o sobre presiones ante un paro de flujo o regreso de la columna de agua hacia el pozo.

La línea de impulsión tendrá sus anclajes, bloques de reacción para codos y cambios de dirección y válvulas. En los puntos altos serán instaladas válvulas de aire y en los puntos bajos válvulas de limpieza.

4.7 RED DE DISTRIBUCION

La distribución de caudales en la red se realizó por el método de la longitud unitaria determinando primeramente el caudal unitario, este se calculó dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red. Para obtener el caudal en cada tramo, se multiplicó el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

$$q = \frac{0.003243 \text{ m}^3/\text{sg}}{3.534 \text{ m}} = 9.31 \times 10^{-7} \text{ (m}^3/\text{s)/m}$$

$$q_{N1} = 9.31 \times 10^{-7} \text{ (m}^3/\text{s)/m} * 3481.31 \text{ m}$$

$$q_{N1} = 0.00324 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado del Análisis Hidráulico se muestra para el periodo de diseño de veinte años, realizado con el programa EPANET, el cual se muestra en el anexo D.

Se prevé la instalación de 147 conexiones de patio consistente en tubería de alimentación de 1/2" PVC, llave de pase y grifo hasta el predio o patio de la vivienda. Tres conexiones para las dos escuelas y el centro de salud.

Se puede observar en los cálculos que las presiones y las velocidades se encuentran en los rangos permisibles, por lo tanto prevalece el análisis para 20 años de acuerdo a lo fijado en este estudio.

Se espera que las velocidades bajas no causaran ningún problema de funcionamiento en el sistema de agua, sobre todo de sedimentación, debido a que contará con accesorios de limpieza.

Con base a la distribución en la que se encuentra la población de las comunidades de Los Jocotes y el Sector III de Vista Alegre, la red proyectada tiene una longitud aproximada de 2,259 m con tubería PVC cédula 26 diámetro de 3", 1,068.92 m con tubería PVC cédula 26 diámetro de 2" y 153.4 m con tubería PVC cédula 26 diámetro 1 1/2".

La disposición de las tuberías se muestra en los planos anexos al presente proyecto, La red debe constar con anclajes, bloques de reacción para codos, tapones, tee, reductores, conexiones y válvulas.

4.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

En todo diseño de sistema de abastecimiento de agua potable, por lo general se debe de instalar un tanque de almacenamiento de agua, el cual se utiliza para compensar las fluctuaciones en los consumos de Máximo Día y Máxima Hora.

Considerando la topografía del terreno en la comunidad se construirá de mampostería sobre suelo y estará formado por losas de concreto reforzado y paredes de concreto monolítico.

Dado que la capacidad del tanque debe satisfacer las condiciones de un Volumen Compensador necesario para las variaciones horarias del consumo, se estima un 25% del Consumo Promedio Diario y un Volumen de Reserva para atender las eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estima un 15% del Consumo Promedio Diario.

Para la proyección de demanda futura se espera un Consumo Promedio Diario equivalente a 20.45 galones por día (gpd), que comprende un volumen de almacenamiento de 61 metros cúbicos.

El tanque de almacenamiento de agua tendrá las siguientes dimensiones 4.00 m de ancho, 4.00 m de largo y 3.8 m de alto (dimensiones internas), esto con el objetivo de garantizar una reserva para circunstancias no previstas. Deberá de tener un área de ventilación de 0.30 m de altura por toda su área y el tubo de rebose estará a ubicado a los 3.5 m de altura sobre el fondo del tanque.

Tabla No. 6 Comparación de volumen del tanque

Año	Población habitantes	Caudal (m^3/seg)	Volumen (m^3)
2011	784	0.00088	42
2031	1165	0.00129	61

4.9 ANALISIS DE AGUA

Se deberá de realizar análisis de agua a la muestra extraída del pozo, los resultados obtenidos deben de cumplir con los parámetros o estar por debajo de las concentraciones máximas permisibles que indican las normas de calidad del agua vigente y aprobada por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y el Ministerio de Salud (MINSAL).

4.10 TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento que se recomienda comprenderá desinfección preventiva, de acuerdo a métodos y medios empleados por ENACAL en sistemas con características a las aguas subterráneas de la zona, se propone usar un hipoclorador por goteo, el cual será instalado sobre la losa superior del tanque de almacenamiento, al que se le aplicará mediante mangueras y un dosificador.

La solución a aplicar será hipoclorito de sodio con una concentración al **1%**, con base al consumo, lo que implicara el suministrar 6 litros de hipoclorito de sodio para el debido tratamiento del agua.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

Una de las principales necesidades de la humanidad es la búsqueda del vital líquido (agua) para poder sobrevivir, es por eso que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de las comunidades rurales Los Jocotes y Vista Alegre sector III, en el municipio de Masaya, Departamento de Masaya, es una prioridad que va mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Se determino que las comunidades en estudio, necesitan un pozo que aporte en un periodo máximo de diseño de 20 años un caudal de 31 galones por minutos, el cual será almacenado en un tanque con una capacidad de 61 metros cúbicos.

En las comunidades se determino que la población inicial es de 784 habitantes y la proyección de la población de diseño es de 1,165 habitantes para el periodo de 20 años.

El diseño de los componentes del sistema fueron determinados de acuerdo a los criterios y especificaciones técnicas realizando un estudio cuidadoso de cada uno de los elementos que la forman y que ameritan este tipo de Proyectos, mediante la simulación hidráulica a través del programa EPANET

Según las normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural las presiones permisibles deben de estar dentro de un rango de 5 a 50 m.c.a, comparativamente al trabajo efectuado la máxima presión del proyecto se encuentra en el nodo 3 con 36.68 m.c.a y la mínima se presenta en el nodo 8 con 6.07 m.c.a. (Ver anexo D tabla 1).

La velocidad máxima obtenida de la simulación hidráulica es de 2.13 m/s correspondiente a la tubería No. 1, mientras tanto la velocidad mínima que se obtuvo fue de 0.12 m/s en la tubería No. 2 (Ver anexo D tabla 2).

Con la puesta en marcha del proyecto se contara con invaluable beneficios económicos y sociales entre los cuales podemos mencionar:

- La reducción de los índices de enfermedades por origen hídrico como son las diarreas y enfermedades respiratorias ocasionadas por vectores que se desarrollan en aguas contaminadas.
- Ahorro en tiempo y esfuerzo al tener en las casas el abastecimiento de agua.

- Adopción de valores culturales en cuanto a higiene personal y lavado de ropa, al disponer de los medios satisfactorios, tanto en la comunidad como en la escuela.
- Consolidación y capacitación de la comunidad en cuanto a su organización al disponerlos en la ejecución del proyecto, operación y mantenimiento de las obras.

NOTA: El resultado de la velocidad en el tramo de tubería No. 2 se obtuvo con un diámetro de 1 ½ pulgada para cumplir con las normas técnicas aplicadas al proyecto, la velocidad de 0.12 m/s es menor que 0.3 m/s que establece la norma.

Cabe destacar que las velocidades en la red de distribución obtenidas, al ser comparadas a las establecidas en las normas técnicas para sistemas de agua en el sector urbano no cumplen, pero se entiende que en el sector urbano las exigencias de demanda son más rigurosas, por ello, en el sector rural las características culturales y de demanda son diferentes, se cumple con un nivel de servicio de conexión de patio donde la dotación aplicada son menores a las requeridas a nivel urbano.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

1. Instalar a cada 200 metros válvula check, para evitar el golpe de ariete a la salida de la bomba.
2. Realizar una prueba de bombeo definitiva durante la cual se deben probar diversos caudales que se mantendrá constante durante dos horas, de manera que la prueba tenga una duración total de seis horas. Para determinar que el abatimiento no afecte el bombeo continuo durante 10 horas en el llenado del tanque de almacenamiento.
3. Realizar un análisis Físico–Químico y Bacteriológico que permitirá definir el tratamiento más idóneo en base a los criterios y normas emitidas por el MINSA para este tipo de sistema.
4. Realizar un estudio de suelos para cimentación del tanque de almacenamiento, para evitar que este sufra asentamiento por el peso y esto produzca algún daño en la estructura del tanque.
5. Al realizar este proyecto se deberá de capacitar al personal de las comunidades, para que puedan manejar el equipo de bombeo.
6. Consumir el agua principalmente para las necesidades humanas.
7. No utilizar el agua para el cultivo ni para el baño de animales.
8. Mantener un fondo monetario para enfrentar reparaciones eventuales del sistema.
9. Mantener cercado todas las áreas donde se construyan las estructuras antes mencionadas.

BIBLIOGRAFIA

1. Resumen censal poblacional del INEC de 2005, página 25.
2. Normas de Diseño para Pequeños Sistemas de Acueductos Rurales.
DAR/ENACAL
3. Normas técnicas para el diseño y potabilización del agua (NTON 09003 - 99) instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA.
4. Normas técnicas: diseño de sistemas de abastecimiento de aguas rurales en el medio rural y saneamiento básicos en el medio rural (NTON 09002 - 99), instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados, INAA.
5. Apuntes sobre Sistemas de abastecimiento de agua potable – Ing. María Elena Baldizon, UNI – RUPAP.
6. Estudio geológico para reconocimiento del riesgo natural y vulnerabilidad en el área de Masaya y Granada – Gesky Geologicky Ustav, Praha INETER 1998.
7. Estudio hidrogeológico e Hidroquímico de la región del pacifico de Nicaragua, INETER 1998.
8. Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua – OPS, Lima 2005
9. Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural, INAA
10. <http://www.construccion.com.ni/precios>
11. www.colegiotopografoscr.com/downloads/leyes/27.doc

ANEXOS

ANEXO A
ESTIMADO DE POBLACIÓN
Y CONSUMO

**TABLA No. 1 CENSO
POBLACIONAL
SECTOR # 3 VISTA ALEGRE**

	JEFE DE FAMILIA	Varones	Mujeres	Niños	Tipo de Casa
1	José Mercado	3	2	0	Techo Bloque Piso
2	Janet Mercado	1		2	Zinc Piso Tierra
3	Milton Mercado		1	1	Zinc Tabla Tierra
4	Manuel Ángel Tikay		1	2	Zinc Tabla Tierra
5	José Domingo Mercado		1	2	Teja Tabla tierra
6	Pedro García S.		3	0	Zinc Bloque Piso
7	Antonio García		2	0	Zinc Bloque Piso
8	Danilo García		1	1	Zinc Bloque Piso
9	Julián Soza	1		0	Zinc Bloque Piso
10	Estanislao Hernández		2	0	Zinc Tabla Tierra
11	Germán García		1	2	Zinc Tabla Tierra
12	Denis Guadamuz		1	1	Tabla Zinc Tierra
13	Andrés Méndez	2	3	0	Zinc Bloque Piso
14	Carlos Suárez	3	2	0	Teja Piedra Tierra
15	Julio Suárez	1	3	0	Zinc Tabla Piso
16	Miguel Suárez	1	1	1	Zinc Piedra Tierra
17	Héctor A. Suárez		2	4	Zinc Tabla Tierra
18	Dominga Jalina		2	2	Teja Tabla tierra
19	Asunción Jalina		1	2	Teja Tabla tierra
20	José Cruz Méndez		3	1	Zinc Bloque Piso
21	Cristina Sosa	2			Zinc Bloque Piso
22	Julián Méndez	2	3	2	Zinc Bloque Piso
23	Carlos Méndez		1	3	Zinc Tabla Tierra
24	Luis López	2	1	1	Zinc Piedra Piso
25	Elman Gaitán	2	3	1	Zinc Piedra Tierra
26	Cristóbal Pérez	2	2	0	Zinc Tabla Tierra
27	Gerardo Duran	1	1	3	Zinc Tabla Tierra
28	Amado González	1	2	1	Zinc Piedra Piso
29	Erik González		1	1	Zinc Piedra Tierra
30	Meylin González	1	0	0	Zinc Piedra Tierra
31	Daniel Espinales E.	1	2	1	Teja Adobe Tierra
32	Julio Cesar Acuña		1	3	Zinc Tabla Tierra
33	Alfonso Sunsín	1	2	1	Zinc bloque Piso
34	Janet Sunsín	1		1	Zinc bloque Piso
35	Santos García		1		Zinc Tabla Tierra
36	María Ofelia García	0	1	2	Zinc bloque Piso
37	Griselda Soza G.	1	0	0	Zinc bloque Piso
38	Bismark García Soza		1	0	Zinc bloque Piso
39	Eduardo Fuentes		1	3	Zinc bloque Piso
40	Sixto Mercado	2	2	1	Zinc Piedra Tierra
41	Teófilo Hernández		3	1	Zinc bloque Piso
42	Maximina Hernández	2	1	2	Zinc Piedra Piso
43	Vicente Suárez	1	1	0	Zinc Piedra Piso
44	Ignacio González	1	1	0	Zinc Piedra Piso

45	Aurelio González		1	1	Zinc Piedra Piso
46	Flor Dávila	1	2	0	Zinc Piedra Piso
47	Rogelio Moreno		1	0	Zinc Piedra Piso
48	Escuela Nidia Margarita L.	2	5	148	Escuela Estructura de concreto
49	Centro de salud	1	1		Estructura de concreto
50	Alejandra Sequeira Arcas.	3	2	Puesto Adicional del donante del terreno	Piedra, tierra, Zinc
51	Juan Hernández				Zinc, Madera, Tierra

Fuente: Propia

LOS JOCOTES

	JEFE DE FAMILIA	Varones	Mujeres	Niños	Tipo de Casa
1	Carmen Calero	3	3	5	Tierra, Tabla, Zinc
2	Ramón Suarez	1	2	1	Piso Piedra Zinc
3	Félix Hernández Larios		2	1	Piso Piedra Zinc
4	Diana Hernández	1		2	Tierra Zinc Zinc
5	Agusto Sandino	1	2	1	Tierra Piedra Zinc
6	Félix Jalina		1	3	Tierra Tabla Zinc
7	José González		1	4	Tierra, Caña, Zinc
8	Alejandro González	2	3	1	Tierra, Caña, Zinc
9	Cony Hernández	1		2	Piso, Bloque, Zinc
10	Luz Larios				Tierra, Tabla, Zinc
11	Capilla San Agustín				Tierra, Sin Pared, Zinc
12	Alfonso Potoy	1	2	3	Tierra, Tabla, Zinc
13	Odel Barahona		1	2	Tierra, Tabla, Zinc
14	Julián Fuentes		1		Tierra, Caña, Zinc
15	Wilmer Hernández		1	1	Tierra, Piedra, Zinc
16	Silvio Andrés Hernández		2	3	Piso, Piedra, Zinc
17	Brigido Santiago fuentes		1	3	Tierra, Piedra, Zinc
18	Susana del S. Jarquin	2	4		Piso, Piedra, Zinc
19	Valentín Suarez Gutiérrez	2	3	1	Piso, Piedra, Zinc
20	Moisés Suarez		1	2	Piso, Piedra, Zinc
21	Javier Suarez		1		Piso, Piedra, Zinc
22	Marcos Hernández		1	2	Piso, Piedra, Zinc
23	Pedro Pablo Pilarte		1	2	Piso, Piedra, Zinc
24	Inés García	2		2	Piso, Piedra, Zinc
25	José Tomas Pérez		2		Piso, Piedra, Zinc
26	Juan Flores	2	3	1	Piso, Piedra, Zinc
27	Julia Arévalo	3	1		Piso, Prefabricada, Zinc
28	Yanely Arévalo			4	Tierra, Caña, Zinc
29	Laura Arévalo	1		2	Tierra, Caña, Zinc
30	Yolanda Arévalo	1		1	Tierra, Caña, Zinc
31	Marisol Arévalo			1	Tierra, Caña, Zinc
32	Jovany Arévalo		1	1	Tierra, Caña, Zinc
33	Jaime Arévalo		1	1	Tierra, Caña, Zinc
34	Josefa Potosme	2	2		Tierra, Piedra, Teja
35	ItaloCajina		1		Piso, Piedra, Zinc
36	Juan José Fuente	1	1	1	Piso, Prefabricada, Zinc
37	Guillermo Fuentes		2	3	Tierra, Caña, Zinc
38	Socorro Fuentes	2	1		Tierra, Tabla, Zinc
39	Fátima Fuentes	1		1	Tierra, Caña, Zinc
40	José Fuentes		3	2	Tierra, Piedra, Teja
41	Freddy Martínez		1		Tierra. Piedra, Teja
42	Juana Fuentes	1	3		Tierra, Piedra, Teja

43	Pedro Fuentes	2	2	2	Piso, Prefabricada, Zinc
44	Emilia Rubí			4	Piso, Prefabricada, Zinc
45	Lidia Fuentes	1	1	1	Piso, Prefabricada, Zinc
46	Francisca Tercero	3	2	2	Tierra, Tabla, Zinc
47	José Alejandro Betanco	1	2		Tierra, Tabla, Zinc
48	Elizabeth Rodríguez	1	2	1	Piso, Piedra, Zinc
49	YimiBaltodano	1	2	1	Tierra, Tabla, Zinc
50	Simón Vega	1	2	1	Tierra, Piedra, Nicalit
51	Dora Ramírez	1	1	2	Tierra, Tabla, Teja
52	Rafael Ramírez	1	1	3	Piso, Piedra, Zinc
53	Gabriel Baltodano		1	1	Tierra, Piedra, Zinc
54	Francisco Daniel Ruiz		1	2	Tierra, Tabla, Zinc
55	Julia López	1			Tierra, Caña, Zinc
56	Catalina López	1	1	2	Tierra, Tabla, Zinc
57	Patricia Chavarría	4	2	6	Piso, Prefabricado, Zinc
58	Fermín Chavarría		1	2	Tierra, Tabla, Zinc
59	Rafael Suarez				Tierra, Tabla, Zinc
60	José Antonio Jarquín		1	7	Tierra, Plástico, Zinc
61	Ernesto José Gaitán		3	4	Piso, Piedra, Zinc
62	Fernando Brenes	1			Tierra, Tabla, Zinc
63	Carlos Canales				Finca.
64	Juan Gamboa	1			Tierra, Tabla, Zinc
65	Víctor Martínez	1			Tierra, Tabla, Zinc
66	Ángela Bravo	1	1	3	Finca.
67	Terencio Gaitán		1	2	Finca.
68	Romel Martínez	2		2	Finca.
69	Ángela Téllez				Finca
70	René Arley	2	3	5	Tierra, Paredes, Zinc
71	Walter Méndez	1	1	4	Tierra, Tabla, Zinc
72	Francisco Gaitán		1		Finca
73	Romel Martínez Cabeza		1	5	Teja, Mitad Piedra, Zinc
74	victor Martínez	1			Tierra, Tabla, Zinc
75	Fernando Brenes				Tierra, Tabla, Zinc
76	Francisco Aguirre		1		Tierra, Caña, Palma
77	Walter Cajina	1	1	4	Tierra, Tabla, Zinc
78	Juan Francisco Aguirre		1	2	Piso, Piedra, Zinc
79	Juan Francisco Ríos		1	2	Piso, Piedra, Zinc
80	Enrique Moreno		1	4	Piso, Piedra, Zinc
81	Faustino Marengo		1		Tierra, Tabla, Zinc
82	Juana Azucena Marengo			1	Piso, Piedra, Zinc
83	Antonia Fonseca				Terreno Solido
84	Armando Gamboa Flores				Tierra, Caña, Zinc
85	Armando Gamboa Picado		1	3	Tierra, Caña, Zinc
86	Celmira Picado		3		Tierra, Bloque, Zinc
87	Alejandro González				Finca
88	José Pérez	1			Finquita
89	Josefa Fuentes				Finca
90	Bosco Pérez		1	2	Tierra, Piedra, Zinc
91	Leandro García		1	3	Tierra, Piedra, Zinc

92	Nemesio García		1	1	Tierra, Tabla, Zinc
93	Fernando López	1			Finca
94	Piedad Espinoza		3	1	Finca
95	Socorro Fuentes	1			Finca
96	Agustín Fuentes		2	1	Finca
97	Pedro Antonio Fuentes	1		2	Finca
98	Juana Fuentes				Finca
99	Escuela República de Holanda	2	1	41	Estructura de Concreto y Zinc

Fuente: Propia

TABLA No. 2 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

AÑO	r = 2 %	N	$(1 + r)^n$	POBLACION FINAL
2011	0.02	0	1.0000	784
2016	0.02	5	1.1041	866
2021	0.02	5	1.2190	956
2026	0.02	5	1.3459	1055
2031	0.02	5	1.4859	1165

Fuente: Propia

Nota: Índice de habitante por vivienda = 5.3
Tasa de crecimiento adoptada = 2%
TC: Tomado de la pág. 25 del resumen censal poblacional del INEC de 2005

TABLA No.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE CONSUMO

Año	Población	Dotación (lppd)	Consumo Promedio Diario (CPD) (l/s)				Consumo Máximo Día CMD= 1.5 CPD (l/s)	Consumo Máximo Hora CMH= 2.5 CPD (l/s)
			Humano	Agro-Industrial (2%)	Pérdidas Técnicas = 20% de Humano	Total (CPD)		
2011	784	80	0.73	0.015	0.15	0.88	1.33	2.21
2016	866	80	0.80	0.016	0.16	0.98	1.47	2.45
2021	956	80	0.89	0.018	0.18	1.08	1.62	2.70
2026	1,055	80	0.98	0.020	0.20	1.19	1.79	2.98
2031	1,165	80	1.08	0.022	0.22	1.29	1.97	3.24

Fuente: Propia

Nota: Caudal Requerido de Pozo (gpm) = 31.00

CPD: Consumo promedio diario, es cantidad necesaria para cada poblador, por cada día, a una dotación de 80 lppd.

CMD: Consumo máximo día, caudal que fuente debe suplir, unidades de litros por segundo.

CMH: Consumo máximo hora, caudal que tuberías deben distribuir en la hora de mayor consumo, en litros por segundos.

TABLA No.4 CONSUMO MAXIMO DIA Y CONSUMO MAXIMA HORA

AÑO	CONSUMO PROMEDIO DIARIO TOTAL		CONSUMO MAXIMO DIA CMD = 1.5 * CPDT		CONSUMO MAXIMA HORA CMH = 2.5 * CPDT	
	lps	gpm	lps	gpm	lps	gpm
2011	0.88	13.95	1.33	21	2.22	35
2016	0.98	15.53	1.47	23.30	2.45	38.84
2021	1.09	17.28	1.64	25.99	2.73	43.28
2026	1.20	19.02	1.80	28.53	3.00	47.56
2031	1.29	20.45	1.95	31	3.24	51.36

Fuente: Propia

ANEXO B

**CALCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA Y
POTENCIA HIDRAULICA**

TABLA No. 1 DATOS BASICOS

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
Datos Básicos			
Caudal máximo día 2021	0.001620	m ³ /sg	
Caudal máximo día 2031	0.001974	m ³ /sg	
Velocidad Máxima en succión	0.75	m/sg	Norma Nacional entre 0.6 - 0.9 m/s
Velocidad Máxima en conducción	1.5	m/sg	Norma Nacional < a 1.5 m/s
Longitud de línea de succión	188.50	m	1 m de sumergencia
Longitud de línea de conducción	2077.00	m	
Diámetro de línea de conducción	2	Plg.	
Nivel del Terreno en sitio de pozo	245	msnm	
Nivel Estático del agua	152.00	m	
Descenso en el pozo	47.26	m	
Nivel Dinámico de Pozo	45.74	msnm	
Nivel de Terreno en Tanque de Almacenamiento	525.188	msnm	
Desnivel Topográfico	280.188	m	
Pérdidas máxima permitida (hf) en línea de succión	9.43	m	debe ser < 5 % de longitud de línea de succión
Coeficiente de rugosidad (PVC)	150	Adim	Según Normas INAA
Eficiencia de la Bomba	0.75	Adim	Norma Nacional

Fuente: Propia

TABLA No. 2 CALCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
CALCULO DE LA CARGA TOTAL DINÁMICA PARA 10 AÑOS			
Elevación Mínima Esperada	89.5	m	$EME = NTP - (NEA + DRA + VEA)$
Altura Estática	439.29	m	$HE = NRT - EME$
Perdidas	43.58	m	$\sum Hf = Hf_{cond} + Hf_{succ} + Hf_{sarta}$
Carga Total Dinámica	482.87	m	$CTD = HE + \sum Hf$
Potencia Hidráulica	13.87	HP	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
CALCULO DE LA CARGA TOTAL DINÁMICA PARA 20 AÑOS			
Elevación Mínima Esperada	89.5	m	$EME = NTP - (NEA + DRA + VEA)$
Altura Estática	439.29	m	$HE = NRT - EME$
Perdidas	58.43	m	$\sum Hf = Hf_{cond} + Hf_{succ} + Hf_{sarta}$
Carga Total Dinámica	497.72	m	$CTD = HE + \sum Hf$
Potencia Hidráulica	17.04	HP	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$

Fuente: Propia

TABLA No. 3 CALCULO DE LA CARGA TOTAL DINAMICA

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
Características del Equipo de Bombeo			
Diámetro Preliminar de succión	2	Plg.	$D=(Q^4/V*\pi)^{0.5},$
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar	3	Plg.	
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar	4	Plg.	
Pérdidas en la succión 2 "	9.43	m	$h_f= 5\% L_{SUCC}$
Pérdidas en la succión 3 "	9.43	m	$h_f= 5\% L_{SUCC}$
Pérdidas en la succión 4 "	9.43	m	$h_f= 5\% L_{SUCC}$
Pérdidas en línea de conducción 2 "	46	m	$H_{f_{cond}}=10.67*(Q/c)^{1.85}*L/D^{4.87}$
Pérdidas en línea de conducción 3 "	5.99	m	$H_{f_{cond}}=10.67*(Q/c)^{1.85}*L/D^{4.87}$
Pérdidas en línea de conducción 4 "	1.57	m	$H_{f_{cond}}=10.67*(Q/c)^{1.85}*L/D^{4.87}$
Carga Total Dinámica (CTD)			
Diámetro Preliminar 2"	497.72	m	$CTD = HE + \sum H_f$
Diámetro inmediato superior a preliminar 3"	457.71	m	$CTD = HE + \sum H_f$
Diámetro inmediato superior a preliminar 4"	453.29	m	$CTD = HE + \sum H_f$

Fuente: Propia

TABLA No. 4 CALCULO DE LA POTENCIA DEL EQUIPO PARA 10 AÑOS

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
Potencia de bomba (P)			
Diámetro Preliminar de succión 2"	13.87	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 3"	13.08	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 4"	12.97	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Potencia del motor			
Factor de potencia	1.2	adim	
Diámetro Preliminar de succión 2"	16.64	hp	Se opta por una potencia inmediata superior de 20 hp Tipo de energía 3/60/220
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 3"	15.70	hp	
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 4"	15.56	hp	

Fuente: Propia

TABLA No. 5 CALCULO DE LA POTENCIA DEL EQUIPO PARA 20 AÑOS

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
Potencia de bomba (P)			
Diámetro Preliminar de succión 2"	17.04	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 3"	15.67	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 4"	15.51	hp	$P = (CTD * Q) / (3960 * E)$
Potencia del motor			
Factor de potencia	1.2	adim	
Diámetro Preliminar de succión 2"	19.59	hp	Se opta por una potencia inmediata superior de 20 hp Tipo de energía 3/60/220
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 3"	18.02	hp	
Diámetro de succión inmediato superior a preliminar 4"	17.80	hp	

Fuente: Propia

TABLA No. 6 CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Concepto	Resultado	Unidad de Medida	Fórmula Utilizada
Golpe de Ariete			
Diámetro económico (d) en pulgadas	2	plg	
Diámetro económico (d) en metros	0.051	m	
Espesor del tubo (e)	0.3	m	
Área transversal del tubo (A)	0.002	m ²	
Velocidad en la tubería (v)	0.95	m/s	
Módulo de Elasticidad del agua (Ea)	22,765	kg/cm ²	
Módulo de Elasticidad del PVC (Ef)	28,122.78	kg/cm ²	
Sobrepresión (Golpe de Ariete hga)	35.91	m	$hga = ((145 \cdot v) / ((1 + (Ea/Ef) \cdot (d/e))^{0.5}))$
Carga Normal de Operación (h)	398.61	m	$CNO = (NRT + NB) + \sum Hf$
Presión Total (ht) en m	405.79	m	$P_{max} = CON + 0.20 hga$
Presión Total (ht) en psi	576.22	psi	Aunque es menor que la presión mínima de ruptura de 800 psi sobrepasa la presión de trabajo de 530 psi para la SDR-17, se recomienda utilizar tubería cédula SDR- 13.5

Fuente: Propia

ANEXO C

**ANALISIS ECONOMICO DEL DIAMETRO DE LA LINEA
DE CONDUCCION**

TABLA No. 1 CÁLCULO DEL COSTO DE INVERSIÓN (CI) Y DEL COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE INVERSIÓN (CAEI)

$$V = 4 * Q / 3,1416 * \varnothing^2$$

$$\text{Recuperación de Capital CRF} = i((1+i)^n) / ((1+i)^n) - 1$$

$$\text{Costo de Inversión CI} = \text{Cantidad de Tubos} * \text{Precio Unitario}$$

$$\text{Costo Anual Equivalente de Inversión CAEI} = \text{CRF} * \text{CI}$$

Fuente: Propia

DIAMETRO		VELOCIDAD	LONGITUD	CANTIDAD DE TUBOS	COSTO C\$.	COSTO DE INVERSIÓN C\$.	COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE INVERSIÓN	
Pulgadas	mm	m/s	m	Unidad	Costo Unitario (C\$)		Recuperación de Capital	Costo Anual Equivalente de Inversión (C\$)
2	50	0.97	2077	346	148	51,208	0.1942	9,944.59
3	75	0.45	2077	346	391	135,286	0.1942	26,272.54
4	100	0.25	2077	346	586	202,756	0.1942	39,375.22



Diámetro que posee el Costo Anual Equivalente de Inversión mas bajo.

TABLA No. 2 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE ENERGÍA

Potencia Hidráulica: $(CTD * Q) / (3960 * E)$

Potencia al Freno: Potencia Hidráulica / E

Factor de Conversión de HP a Kwh. : 0,7457

Costo Anual de Energía CAE: $Kwatt * C\$. Kw/h * Tb * 365$

C\$Kw/h: Representa el costo de Kwh. Para el consumo, según ENEL es de C\$: 1.78

Tb: Representa horas de bombeo durante el día, para este caso 16 horas

365: Simboliza los 365 días del año.

DIAMETRO		Hf Longitud	Hf Succión	Hf Sarta y bomba	ΣHf	CTD		Eficiencia	Caudal	Potencia Hidráulica	Potencia al Freno	Potencia al Freno	Costo Anual de Energía
Pulgadas	mm	m	m	m	m	m	pies	%	gpm	HP	HP	Kwatt	C\$.
2	50	46	9.43	3.00	58.43	497.72	1,632.90	75	31	17.04	22.72	16.94	176,095
3	75	5.99	9.43	3.00	18.42	457.71	1,501.68	75	31	15.67	20.89	15.57	161,853
4	100	1.57	9.43	3.00	14	453.29	1,489.17	75	31	15.51	20.68	15.42	160,294

Fuente: Propia



Diámetro que posee el Costo Anual de Energía mas bajo.

**TABLA No. 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL EQUIVALENTE TOTAL
(INVERSIÓN Y OPERACIÓN)**

CAET: CAEI + CAE

DIAMETRO		CAEI	CAE	CAET
PULGADAS	mm	C\$.	C\$.	C\$.
2	50	9,944.59	176,095	186,039.59
3	75	26,272.54	161,853	188,125.54
4	100	39,375.22	160,294	199,669.22

Fuente: Propia



Diámetro que posee el Costo Anual Equivalente mas bajo.

ANEXO D

**SIMULACION HIDRAULICA CON EL PROGRAMA
EPANET**

TABLA No. 1 DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

**Caudal de
diseño:**

3.243 Lps

Tramo	Longitud Horizontal	Longitud Tránsito	Diámetro Comercial	Diámetro Teórico	D	C	Caudal	Velocidad	Hf _{-tramo}	Sum Hf
	Tramo									
	(m)									
TK-LM al 081	803.74	3481.31	3.00	2.20	0.056	150	0.00324	0.71	5.47	5.47
081 al 096	153.40	153.40	1.50	0.47	0.012	150	0.00014	0.28	0.68	6.15
081 al 098	1221.00	2524.17	2.00	1.89	0.048	150	0.00235	1.16	33.03	38.50
098 al 029	42.95	1303.17	1.50	1.34	0.034	150	0.00121	1.06	1.39	39.89
098 al 023	234.25	1260.22	1.50	1.34	0.034	150	0.00117	1.03	7.11	46.99
023 al 035	379.47	1025.97	1.50	1.22	0.031	150	0.00096	0.84	7.87	54.86
023 al 001	646.50	646.50	1.50	0.94	0.024	150	0.00060	1.19	41.04	95.90

Fuente: Propia

CONSUMO DE MÁXIMA HORA EN LA RED PARA 20 AÑOS

TABLA No. 2 RESULTADOS EN LOS NODOS

Los Jocotes y Vista Alegre sector III			
ID Nudo	Cota m	Demanda Lps	Presión m
Conexión 2	451.14	3.243	34.94
Conexión 3	448.69	0.140	37.30
Conexión 4	441.24	2.350	16.03
Conexión 5	440.89	1.210	15.99
Conexión 6	445.43	1.170	10.66
Conexión 7	427.56	0.950	26.44
Conexión 8	448.50	0.600	6.07
Deposito	525.18	No Disponible	3.10

Fuente: Propia

TABLA No. 3 RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS LÍNEAS

Los Jocotes y Vista Alegre sector III					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal Lps	Velocidad m/s
Tubería 1	803.74	76	150	9.66	2.13
Tubería 2	153.40	38	150	0.14	0.12
Tubería 3	1221.00	76	150	6.28	1.38
Tubería 4	42.95	50	150	1.21	0.62
Tubería 5	234.25	76	150	2.72	0.60
Tubería 6	646.50	50	150	0.60	0.31
Tubería 7	379.47	50	150	0.95	0.48

Fuente: Propia

CONSUMO DE MÁXIMA HORA SIN CONSUMO EN LA RED PARA 20 AÑOS

TABLA No. 4 RESULTADOS EN LOS NODOS

Los Jocotes y Vista Alegre sector III			
ID Nudo	Cota m	Demanda Lps	Presión m
Conexión 2	451.14	0.00	77.14
Conexión 3	448.69	0.00	79.60
Conexión 4	441.24	0.00	87.05
Conexión 5	440.89	0.00	87.39
Conexión 6	445.43	0.00	82.86
Conexión 7	427.56	0.00	100.73
Conexión 8	448.50	0.00	79.79
Deposito	525.18	No Disponible	3.10

Fuente: Propia

TABLA No. 5 RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS LÍNEAS

Los Jocotes y Vista Alegre sector III					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal Lps	Velocidad m/s
Tubería 1	803.74	76	150	0.00	0.00
Tubería 2	153.40	38	150	0.00	0.00
Tubería 3	1221.00	76	150	0.00	0.00
Tubería 4	42.95	50	150	0.00	0.00
Tubería 5	234.25	76	150	0.00	0.00
Tubería 6	646.50	50	150	0.00	0.00
Tubería 7	379.47	50	150	0.00	0.00

Fuente: Propia

ANEXO E

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y
EQUIPO**

ANEXO F
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

TABLA No. 1 - Levantamiento de Campo

PI	PTO	HI	HC	HS	A. VERT.	A. HZ.	Observaciones
	BM-1						Azimet N 26.075°, Árbol de Jocote.
001	0+000.00						Centro de camino a 3.15 m
002	0+020.50	1.595	1.700	1.805	92°59'20"	358°54'49"	Centro de camino a 3.20 m
003	0+043.00	0.288	0.400	0.515	95°38'42"	174°07'20"	Centro de camino a 2,90 m
004	0+084.40	0.495	0.700	0.907	94°31'58"	175°33'51"	Centro de camino a 3.10 m
005	0+112.60	1.460	1.600	1.743	93°32'38"	180°05'54"	Centro de camino a 3.15 m
006	0+131.90	0.305	0.400	0.495	97°00'49"	184°43'40"	Centro de camino a 3.00 m
007	0+151.20	2.205	2.300	2.395	91°29'54"	180°32'22"	Centro de camino a 3.00 m
008	0+173.10	0.988	1.100	1.208	94°50'25"	182°18'30"	Centro de camino a 3.15 m
009	0+196.10	1.085	1.200	1.315	94°44'00"	173°02'10"	Centro de camino a 3.15 m
010	0+246.10	1.450	1.700	1.950	94°09'35"	174°28'37"	Centro de camino a 3.10 m
011	0+286.85	1.093	1.300	1.502	96°16'56"	179°31'46"	Centro de camino a 3.10 m
012	0+306.85	0.600	0.700	0.800	99°12'32"	182°31'03"	Centro de camino a 3.55 m
013	0+325.35	0.605	0.700	0.796	99°57'05"	185°13'26"	Centro de camino a 3.55 m
014	0+359.95	3.128	3.300	3.478	93°23'34"	186°12'13"	Centro de camino a 3.80 m
015	0+396.15	2.122	2.300	2.482	95°18'36"	177°31'37"	Centro de camino a 3.60 m
016	0+435.35	1.108	1.300	1.492	96°36'58"	166°56'45"	Centro de camino a 3.70 m
017	0+474.00	0.405	0.600	0.792	97°24'29"	172°49'50"	Centro de camino a 3.60 m
018	0+522.55	1.160	1.400	1.645	94°57'00"	182°25'29"	Centro de camino a 4.20 m
019	0+550.35	0.558	0.700	0.842	97°11'09"	188°19'55"	Centro de camino a 3.80 m
020	0+574.40	0.829	1.000	1.169	96°13'56"	187°33'55"	Centro de camino a 3.90 m
021	0+591.75	0.813	0.900	0.985	98°24'46"	193°57'10"	Centro de camino a 4.00 m
022	0+613.50	1.592	1.700	1.810	94°15'55"	192°52'52"	Centro de camino a 4.00 m
023	0+646.50	2.235	2.400	2.565	92°58'08"	190°09'51"	Centro de camino a 3.60 m
	A	1.250	1.500	1.748	92°04'34"	146°26'39"	50 M de longitud de 0+646.50 a A. 3.50 m.
	B	1.130	1.600	2.070	92°04'34"	146°26'39"	44.30 M de longitud de A a B.
	D	1.078	1.110	1.122	94°59'35"	75°10'20"	Esquina de Ítalo
	C	1.389	1.500	1.610	91°20'48"	168°18'28"	Esquina de Tomas Fuentes.
024	0+696.50	1.952	2.2	2.448	91°21'16"	180°58'31"	Centro de camino a 3.40 m
025	0+736.60	0.300	0.500	0.695	93°13'20"	179°25'25"	Centro de camino a 3.30 m
026	0+783.00	1.072	1.500	1.932	91°34'50"	178°59'21"	Centro de camino a 3.30 m
	E	1.568	1.600	1.633	89°25'16"	37°08'03"	
	F	1.573	1.600	1.627	90°10'52"	115°07'52"	
027	0+848.30	1.978	2.300	2.63	90°10'08"	179°31'03"	Centro de camino a 3.30 m
028	0+837.80	1.425	1.700	1.978	90°08'46"	74°26'41"	Centro de camino 4.00 m, con 0+783.00
029	0+885.88	2.317	2.500	2.689	90°41'57"	177°48'57"	Centro de camino a 3.10 m
030	0+902.57	2.221	2.500	2.764	91°12'40"	181°23'36"	Centro de camino a 3.00 m
031	0+914.62	2.442	2.500	2.565	89°27'22"	212°39'05"	Centro de camino a 3.00 m
032	0+925.35	1.447	1.500	1.555	95°24'26"	201°10'02"	Centro de camino a 3.20 m
033	0+942.22	4.268	4.400	4.555	90°20'36"	213°28'10"	Centro de camino a 3.00 m
034	0+975.87	1.133	1.300	1.469	98°13'01"	194°48'02"	Centro de camino a 3.35 m
035	1+025.97	0.686	1.100	1.523	95°30'55"	193°47'14"	Centro de camino a 3.15 m
	El final del primer tramo frente donde Ana Julia Fuente						
	G	1.177	1.200	1.224	91°45'48"	34°55'03"	amarrado con 0+902.57
	H	1.100	1.200	1.300	91°26'35"	154°56'25"	

	I	1.464	1.500	1.536	91°33'34"	186°59'48"	
	J	1.277	1.300	1.324	95°17'56"	221°37'58"	
036	0+880.75	0.288	0.500	0.717	90°18'30"	105°37'19"	Centro de camino a 2,20 m
037	0+919.96	0.306	0.500	0.698	90°06'24"	193°11'37"	Centro de camino a 3,00 m
038	0+952.71	1.143	1.500	1.863	88°20'18"	195°19'07"	Centro de camino a 2,90 m
039	1+002.71	0.249	0.500	0.748	89°28'22"	178°44'50"	Centro de camino a 3,00 m
040	1+021.11	0.658	1.000	1.340	88°09'53"	177°27'29"	Centro de camino a 3,10 m
041	1+030.56	0.953	1.000	1.047	90°32'54"	168°32'29"	Centro de camino a 3,10 m
042	1+040.57	1.403	1.500	1.598	89°44'52"	161°26'39"	Centro de camino a 2,80 m
043	1+052.39	0.545	0.700	0.852	93°07'40"	155°26'32"	Centro de camino a 2,80 m
044	1+083.10	0.845	1.000	1.152	96°07'36"	165°33'38"	Centro de camino a 2,90 m
045	1+122.00	0.350	0.700	1.049	94°11'27"	166°22'33"	Centro de camino a 3,40 m
046	1+146.50	0.878	1.000	1.122	92°13'13"	186°26'58"	Centro de camino a 3,40 m
047	1+163.57	0.295	0.500	0.708	92°59'39"	191°14'57"	Centro de camino a 3,50 m
048	1+179.02	1.215	1.500	1.778	91°43'30"	195°29'25"	Centro de camino a 3,00 m
049	1+192.49	1.435	1.500	1.569	90°06'45"	201°01'13"	Centro de camino a 2,20 m
050	1+199.20	1.398	1.500	1.602	90°04'49"	210°22'30"	Centro de camino a 2,50 m
051	1+206.55	0.825	1.000	1.177	90°12'17"	229°46'04"	Centro de camino a 3,40 m
052	1+226.00	0.102	0.200	0.297	89°44'56"	212°11'27"	Centro de camino a 3,00 m
053	1+238.67	0.340	0.500	0.658	87°18'13"	208°25'01"	Centro de camino a 2,80 m
054	1+248.97	0.149	0.200	0.252	94°46'39"	154°26'50"	Centro de camino a 2,50 m
055	1+261.82	0.485	0.600	0.714	92°04'57"	144°32'52"	Centro de camino a 2,50 m
056	1+295.99	0.329	0.500	0.670	93°36'31"	163°40'37"	Centro de camino a 2,75 m
057	1+395.99	0.495	1.000	1.488	89°18'02"	188°44'00"	Centro de camino a 2,90 m
058	1+415.42	0.402	0.500	0.598	89°16'45"	191°10'14"	Centro de camino a 2,90 m
059	1+433.27	0.315	0.500	0.684	86°03'36"	192°55'25"	Centro de camino a 2,80 m
060	1+445.82	0.252	0.500	0.748	85°24'05"	190°14'02"	Centro de camino a 2,50 m
061	1+459.51	0.433	0.500	0.568	90°51'14"	156°02'21"	Centro de camino a 2,50 m
062	1+475.02	0.356	0.500	0.645	89°18'03"	151°53'45"	Centro de camino a 2,45 m
063	1+525.02	1.606	2.000	2.402	89°37'18"	148°14'24"	Centro de camino a 2,70 m. Frente a la puerta de los Espinales
064	1+575.29	0.253	0.500	0.753	92°22'01"	179°51'33"	Centro de camino a 2,50 m
065	1+634.29	1.208	1.500	1.798	91°51'33"	192°05'01"	Centro de camino a 2,50 m
066	1+717.79	0.182	0.600	1.012	93°21'46"	168°40'57"	Centro de camino a 2,50 m. Frente a la puerta de Cristóbal.
067	1+750.39	0.338	0.500	0.668	94°03'25"	178°50'29"	Ancho de camino de 5,10 m
068	1+795.39	2.608	3.000	3.388	92°42'16"	176°14'55"	Ancho de camino de 5,20 m
069	1+804.89	1.753	1.800	1.848	94°31'13"	188°41'33"	Ancho de camino de 5,00 m
070	1+832.99	0.515	0.700	0.885	97°35'18"	201°25'00"	Ancho de camino de 4,80 m
071	1+851.09	1.230	1.500	1.800	97°30'59"	198°42'19"	Ancho de camino de 4,60 m
072	1+886.69	1.323	1.500	1.678	98°17'13"	161°21'07"	Ancho de camino de 4,20 m
073	1+899.79	0.252	0.500	0.738	96°59'46"	163°20'06"	Ancho de camino de 4,20 m
074	1+918.99	0.505	0.600	0.695	86°13'17"	206°37'38"	Ancho de camino de 3,80 m
075	1+936.26	0.325	0.500	0.675	82°52'45"	215°39'33"	Ancho de camino de 5,00 m
076	1+964.26	0.355	0.500	0.645	81°01'34"	201°00'59"	Ancho de camino de 3,20 m
077	1+999.66	1.000	1.415	1.830	81°25'20"	202°44'05"	Ancho de camino de 3,80 m
078	2+045.81	0.283	0.500	0.713	85°58'47"	191°18'02"	Ancho de camino de 4,50 m
079	2+069.61	0.380	0.500	0.618	83°25'22"	166°37'41"	Ancho de camino de 5,60 m
080	2+079.44	0.333	0.500	0.667	82°33'04"	161°50'56"	Ancho de camino de 4,80 m

081	2+094.06	0.130	0.200	0.270	87°50'26"	143°44'01"	Ancho de camino de 4,20 m
082	2+101.75	0.290	0.400	0.510	86°30'20"	136°30'22"	Ancho de camino de 4,40 m. Entrada a tierra blanca.
083	2+119.05	0.412	0.500	0.585	93°48'18"	154°47'51"	Ancho de camino de 4,80 m
084	2+133.55	0.680	1.000	1.320	97°47'05"	155°47'05"	Ancho de camino de 4,20 m
085	2+183.55	0.430	1.000	1.570	90°58'59"	155°00'15"	Ancho de camino de 4,60 m
086	2+233.55	1.050	1.300	1.550	90°40'33"	179°23'33"	Ancho de camino de 4,80 m
087	2+255.15	1.145	1.500	1.860	90°42'42"	181°19'48"	Ancho de camino de 4,60 m. Frente a la escuela de Vista Alegre.
082	2+101.75	0.500	0.800	1.100	98°38'58"	179°55'48"	Entrada a tierra blanca
088	2+122.45	0.503	0.700	0.900	99°40'52"	179°32'23"	Ancho de camino de 4,00 m
089	2+149.75	1.445	1.500	1.560	97°38'22"	179°26'16"	Ancho de camino de 4,00 m
090	2+161.35	1.265	1.600	1.945	96°20'44"	166°27'46"	Ancho de camino de 4,00 m
091	2+180.60	1.350	1.600	1.840	95°52'44"	166°01'55"	Ancho de camino de 3,30 m
092	2+192.55	1.520	1.700	1.880	95°28'33"	166°00'22"	Ancho de camino de 3,30 m
093	2+208.05	1.695	1.800	1.905	93°54'22"	167°07'53"	Ancho de camino de 3,60 m
094	2+220.60	1.868	1.900	1.941	89°38'08"	170°58'00"	Ancho de camino de 2,90 m
095	2+229.10	1.280	1.700	2.130	91°05'26"	194°27'36"	Ancho de camino de 2,60 m
096	2+239.70	1.025	1.400	1.770	91°02'30"	195°17'16"	Ancho de camino de 3,00 m
097	2+255.80	0.510	0.800	1.090	91°02'52"	194°53'19"	Ancho de camino de 2,50 m
098	2+300.15	1.830	1.900	1.970	89°14'07"	192°42'22"	Ancho de camino de 2,70 m
099	2+314.35	0.450	0.700	0.950	95°06'48"	164°08'51"	Ancho de camino de 2,80 m
100	2+330.02	0.525	0.700	0.870	96°30'14"	164°14'53"	Ancho de camino de 2,80 m
101	2+343.36	1.395	1.500	1.605	96°36'15"	165°44'00"	Ancho de camino de 2,80 m
102	2+364.76	1.015	1.200	1.385	94°17'46"	167°43'56"	Ancho de camino de 2,60 m
103	2+388.76	0.330	0.400	0.468	94°18'59"	171°27'05"	Ancho de camino de 2,60 m
104	2+402.06	0.125	0.300	0.475	89°50'51"	200°14'48"	Ancho de camino de 2,40 m
105	2+437.11	1.513	1.600	1.685	90°59'52"	211°50'01"	Ancho de camino de 2,60 m
106	2+443.11	1.742	1.800	1.860	90°10'09"	205°59'50"	Ancho de camino de 2,80 m
107	2+449.31	1.572	1.600	1.628	90°26'17"	197°36'43"	Ancho de camino de 2,90 m
108	2+454.81	1.380	1.600	1.820	92°40'17"	147°38'32"	Ancho de camino de 2,60 m
109	2+498.51	1.405	1.600	1.795	100°31'03"	156°33'18"	Ancho de camino de 2,60 m
110	2+508.61	2.050	2.200	2.350	100°43'19"	161°41'12"	Ancho de camino de 3,80 m
111	2+516.58	1.995	2.100	2.205	100°41'06"	162°50'37"	Ancho de camino de 3,40 m
112	2+537.93	1.630	2.000	2.376	99°28'05"	169°01'35"	Ancho de camino de 5,40 m
113	2+555.28	1.500	1.800	2.100	98°38'57"	170°28'04"	Ancho de camino de 3,70 m
114	2+561.98	1.840	2.100	2.360	98°10'39"	171°35'442"	Ancho de camino de 3,10 m
115	2+585.71	2.050	2.200	2.345	96°30'43"	171°12'26"	Ancho de camino de 3,80 m
116	2+615.11	0.440	0.600	0.760	99°43'51"	186°32'16"	Ancho de camino de 3,00 m
117	2+646.71						Ancho de camino de 3,40 m, Tanque
	T 1	0.420	0.700	0.97	80°57'04"		Ancho de camino de 3,40 m
	T 2		0.200		81°28'02"		Azimut 151° (26.8/64)
	1	0.000	0.060	0.12	95°27'56"	338°58'46"	Árbol de Jocote de Monte
	2	0.000	0.031	0.063	104°06'23"	277°38'50"	Árbol de Jocote Jobo

Fuente: Propia

ANEXO G
JUEGO DE PLANOS

I.- GENERALIDADES.

1.1 Alcance Global de las Especificaciones.

Las especificaciones presentan una breve descripción de las obras a ser ejecutadas y los datos de las características técnicas mínimas que deben cumplir los materiales, obras y servicios.

1.2 Magnitud de los Trabajos

Las actividades de mayor importancia del proyecto consisten en:

Construcción de Línea de Conducción de 2" PVC.

Construcción de Tanque de concreto ciclópeo de 16,117 galones.

Construcción de una caseta de controles eléctricos.

1.3 Planos

Forman parte de estos Documentos los planos que se detallan a continuación. Lo expresado en los planos complementa lo dicho en las especificaciones.

II.- ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO

2.1 Almacenaje de Materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizará cemento dañado o endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materias extrañas.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

2.2 CONCRETO REFORZADO

Consiste en el suministro de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás complementos para abastecer el concreto para esta obra de acuerdo a las Especificaciones subsiguientes y con los detalles que aparecen en los planos.

Excepto cuando se especifique de otra forma, el concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras por pulgada cuadrada (3,000 psi).

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesarios para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las Normas 6I3 del ACI (última versión).

2.3 COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se harán de acuerdo con las normas y recomendaciones 318 y 315 del ACI, y las especificaciones del CRSI (última versión).

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro. Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto o piedra, y entre si con ataduras de alambre de hierro dulce No. 16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

2.4 DOSIFICACIÓN Y MEZCLA

Se hará en base a pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material.

Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 6I3 y 6I4 del ACI (última versión).

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento y verificarla fácilmente en cualquier momento.

La mezcla se efectuará en un mezclador mecánico, preferiblemente que sea del tipo de combinación de cuchillos y tambor. El mezclador deberá ser operado a la velocidad designada por los fabricantes, a menos que un cambio razonable de velocidad demuestre mejores resultados en el concreto.

El tiempo mínimo de mezclado deberá ser de 1 minuto, medido a partir de que todos los materiales constitutivos del concreto se encuentren dentro del mezclador y éste haya comenzado a operar.

La mezcla a mano se hará en las partes de la obra de escasa importancia debiendo hacerse entonces sobre una (batea) superficie impermeable, mezclándose los materiales en seco hasta que presente un aspecto uniforme, agregando a continuación el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

2.5 PRUEBAS PARA EL CONTROL DEL CONCRETO

Se harán las pruebas de revenimiento necesarias para que la trabajabilidad del concreto sea la adecuada (revenimiento de 4"). Se tomará como mínimo dos (2) cilindros, dejando uno como testigo para probarse en caso sea necesario.

2.6 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las Normas 318, 605 y 614 del ACI (última versión) y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

2.7 CURADO DEL CONCRETO

Se prestará cuidadosa atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro estructural se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días.

2.8 LIMPIEZA

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio. Asimismo, todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

2.9 PARTES A SER CONSTRUIDAS DE CONCRETO

Todas las partes de la caseta de controles eléctricos y del operador, fundaciones del tanque, que fueren construidas de concreto, tales como: zapatas, columnas y vigas, deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

2.10 JUNTAS DE EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN

Las juntas de expansión y contracción, si las hay, serán construidas donde y como lo indiquen los planos y de los materiales allí mostrados. Se empleará mano de obra calificada, debiéndose hacer cuidadosamente la construcción de dichas juntas, para asegurar la completa separación de las Secciones de Concreto.

2.11 REMOCIÓN DE FORMALETAS Y OBRAS FALSAS

Las formaletas de vigas asísmicas, vigas de amarre y columnas podrán removerse 24 horas después de coladas. Se exceptúan de lo anterior las vigas aéreas cuyo fondo deberá ser removido conjuntamente con la losa. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

2.12 ACABADO DE SUPERFICIES EXPUESTAS

Cuando las formaletas sean removidas, las superficies de concreto deberán quedar razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan, deberán ser reparados.

2.13 TRABAJOS DEFECTUOSOS

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después de que las formaletas hayan sido removidas o en las partes de los muros de mampostería, será reparado de inmediato. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestran excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado, cuyos defectos no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada.

III.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

1.0 INSTALACION DE TUBERIAS.

Este capítulo incluye el suministro de todo material, mano de obra, herramientas, equipo, etc., necesarios para la instalación apropiada de la tubería de agua potable conforme las ubicaciones, trazos, profundidades, dimensiones y materiales señalados en los planos y descritos en estas especificaciones.

Bajo el concepto Instalación de Tuberías, se comprenderá las sub.-etapas constructivas de excavación, instalación, prueba y desinfección de tubería; bloques de reacción y anclajes; relleno y compactación y disposición del material sobrante, de la siguiente manera:

3.1 Excavación

3.1.1 Recursos y procedimientos.

Debido a que en la excavación de zanjas, se pueden encontrar eventualmente, materiales de diferentes grados de dureza, esta actividad constructiva requiere diferentes maneras de ejecución y/o de uso de herramientas y/o equipos.

Las excavaciones de otros materiales más duros que "tierra normal" y/o a profundidades adicionales, se consideran conceptos de obras complementarios, cuyas definiciones y aplicaciones se determinan en el capítulo - **EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION ESPECIAL Y/O ADICIONAL**.

3.1.2 Trabajos iniciales.

Antes de iniciar la excavación de las zanjas, se verificara si las tuberías o cualquier otra obra de infraestructura existente, está o no dentro del área de las tuberías a instalar.

Se deberá planear y colocar en los lugares aprobados, las señales necesarias que permitan a los conductores de vehículos, orientarse sobre las precauciones que deben tomar al transitar por el lugar de trabajo.

3.1.3 Dimensiones de la excavación.

a) El ancho de zanja será igual al diámetro nominal de tubería más un máximo de 0.45 m, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de zanja en toda su extensión.

b) En general, a menos que los planos indiquen lo contrario, la profundidad de la zanja será de 1.20 m, arriba de la corona del tubo. Cuando por necesidad constructiva se requieran profundidades menores, la tubería deberá protegerse con concreto tal como se muestra en planos constructivos.

c) El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado, sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente.

d) En caso de que en la excavación se presentarán terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el sonsocuite, la zanja deberá profundizarse, pero no menos de 0.30 m. abajo del fondo previsto, y el material excavado deberá reponerse con material aceptado, dentro de las especificaciones señaladas en la Sección de Relleno Especial.

e) Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera, se removerá ésta a una profundidad de 15 centímetros bajo la rasante de la línea inferior del tubo. Esta excavación comúnmente conocida como excavación adicional, se rellenará después con material de la manera descrita en la Sección de Relleno Especial.

f) En caso de curvas horizontales con pequeños ángulos de deflexión, deberá dársele a la excavación un sobre-ancho, el cual estará determinado por las deflexiones permisibles en las uniones de las tuberías.

3.1.4 Restricciones y calidad del trabajo.

a) El relleno y compactación de zanjas, se realizará inmediatamente después que la tubería haya sido probada hidráulicamente, desinfectada y aceptada. No se permitirán zanjas abiertas al final de la jornada laborable.

b) Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación.

c) Se reservará una orilla despejada de 0.50 m. de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería.

d) Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del Sitio de la Obra.

e) Aún, suponiendo que el relleno de la tubería instalada, se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería.

3.1.5 Tipos de excavación.

Los tipos de excavación de una zanja o de un pozo de exploración pueden catalogarse por su rango de profundidad o por el grado de compactación o dureza (**tipo de material**), es decir por la dificultad de la excavación.

3.1.5.1 Excavación en tierra normal.

Se considerará excavación en "tierra normal", siempre que la actividad sea realizada manualmente o con equipo mecánico y el grado de compactación o dureza del material permita utilizar las herramientas comunes para excavar tierra de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas, hormigón suelto, talpuja o combinaciones entre ellas serán consideradas como "tierra normal" ante el hecho de que éstas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir el uso de barra.

3.1.5.2 Otros tipos de excavación.

Debido al tipo de material (grado de compactación o dureza) que se encuentre podrán ser: a) en cascajo; b) en cantera; c) en roca firme.

3.2 Instalación de Tuberías, Válvulas y Accesorios

3.2.1 Cortes y rectificaciones en tubería.

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del **Trabajo**, principalmente cuando fuere necesario instalar tramos de tuberías intercalados con tuberías existentes, o la instalación de accesorios y válvulas, o bien, cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo o acarreo al sitio de la obra. Asimismo, durante el desarrollo de la obra, puede requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado, o para efectuar curvas en el alineamiento, haciendo uso de las desviaciones permitidas para las juntas; en tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida, y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

3.2.3 Remoción de agua en general.

Se removerá inmediatamente toda agua superficial, o de infiltración, que provenga de alcantarillas, drenajes, zanjas u otras fuentes, que puedan acumularse en las zanjas durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento

3.2.4 Instalación de las tuberías.

a) Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja y, si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la Obra.

b) Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria, siguiendo en general las recomendaciones del fabricante; en el manejo debe evitarse el uso de métodos bruscos, tal como dejar caer los tubos.

c) El almacenamiento de la tubería debe ser hecho sobre suelo llano, exento de piedras, y de preferencia bajo cubierta y a la sombra.

d) El modo de bajar a la zanja los tubos depende de su peso. Los livianos serán descargados a mano; los de peso mediano, por medio de cuerdas; y los muy pesados, por medio de equipos mecánicos elevadores (tecles, grúas, etc.), no dejarlos caer, sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre pavimento o adoquinado, teniendo cuidado especial de que no dañen los tubos.

e) Se revisará el interior de los tubos a instalarse, con el objeto de verificar su limpieza. Los accesorios a usarse en la tubería, serán igualmente revisados y sometidos a una limpieza general.

f) La rasante de los tubos y accesorios, deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la circunferencia de cada tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme y además se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas.

g) Los extremos de los tubos que ya hayan sido instalados, serán protegidos con tapones, para evitar que tierra y otras suciedades penetren en los tubos.

h) Cuando el zanjeo sea en forma de curva horizontal, con ángulos de deflexiones menores y radios de curvas muy grandes, la instalación podrá hacerse sin el uso de codos, aprovechando las desviaciones angulares permisibles que cada junta puede alcanzar, la cual será la especificada por el fabricante de la tubería. Conviene recordar que el montaje se realiza a partir de tubos perfectamente alineados.

La desviación sólo debe realizarse después que el montaje de la junta se encuentre totalmente terminado.

i) En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar los tubos que se van instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

3.2.5 Uniones especiales para tuberías, juntas Dresser.

Estas **Juntas** se adaptan y cubren un amplio rango en los espesores de tubos de Acero, **H.F., A.C. y P.V.C.** Una **Junta Dresser** consiste en un **anillo cilíndrico** central de acero, dos anillos laterales también de acero, dos empaques de hule (**caucho**) y un juego de **pernos de acero**. Su forma de instalación es similar a la forma de instalación de la **Junta Gibault**. Al apretar los pernos se aproximan los anillos laterales apretando los empaques en el espacio entre ellos, el anillo central y la superficie del tubo.

3.2.6 Instalación de válvulas y accesorios.

Para instalaciones de **válvulas**, en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas deben seguirse los pasos explicados para estos conceptos en los artículos precedentes.

Antes de proceder con la instalación de las válvulas, y cualquier otro accesorio, se los examinará cuidadosamente. El accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

Las válvulas serán inspeccionadas para comprobar la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de la válvula y especialmente el asiento, daños por el manejo y grietas.

Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos. Toda válvula deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.

Se instalará una caja de válvulas por cada válvula a ser instalada de acuerdo con los detalles de los planos constructivos. Todas las cajas de válvulas deberán ser colocadas de manera que no transmitan impactos o esfuerzos a la válvula, y deberán ser centradas y colocadas a plomo sobre la tuerca de operación de las válvulas.

3.2.7 Anclajes y bloques de reacción.

Accesorios en general como Tees, Reductores, Codos, Tapones, Válvulas, etc., serán afianzados por medio de anclajes y bloques de reacción, a fin de impedir su desplazamiento bajo la presión del agua.

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento, y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien el relleno en capas de **10 cm** hasta llegar al nivel natural del terreno o rasante. Si por alguna razón se tiene un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden construirse a cada tercer tubo.

3.2.8 Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad.

La finalidad de las pruebas de presión a que debe someterse la instalación, es la de verificar que todas sus partes hayan quedado correctamente instaladas, y que los materiales empleados estén libres de defectos o roturas.

El objeto de la prueba no es la de verificar una vez más la calidad de los materiales, sino hallar averías posibles causadas por maltrato de la tubería o fallas en el montaje de las distintas partes de la línea. Puesto que el objeto de la prueba es comprobar todas las partes de la instalación, es indispensable que el tramo que va a probarse se halle totalmente terminado; por tanto, debe verificarse que la tubería esté correctamente soportada, los bloques de anclaje estén contruidos y fraguados. La prueba de la tubería se hace a medida que la obra progresa, y en tramos no mayores de 500 metros.

La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática equivalente a **1.5 veces** la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a **150 psi**. Estas presiones de prueba deberán mantenerse durante no menos de una hora.

En tubería de diámetro grande o longitud larga, es necesario utilizar bomba con motor de gasolina para inyectar el agua de prueba.

Puesto que en algunos casos deberán probarse tramos de una línea, habrá que utilizar bloques de reacción temporales para este propósito.

En este caso, no olvidar que el empuje en los extremos cerrados puede ser de varias toneladas; por consiguiente, el gato hidráulico, el tablón y las cuñas de madera que se usen para construir los bloques temporales, deben ser suficientemente fuertes y estar bien colocados para resistir este empuje.

La pérdida de agua en la sección de tubería sometida a la presión indicada, y después de transcurrida una hora, dependiendo de su diámetro, no deberá ser mayor a la abajo indicada:

<u>DIÁMETRO</u>	<u>GALONES POR CADA 100 JUNTAS (UNIONES)</u>
-----------------	--

30"	6.12
28"	5.74
24"	4.89
16"	3.26
12"	2.45
10"	2.05
8"	1.63
6"	1.23
4"	0.82

Los valores de la tabla están basados en una fuga permisible de 8.20 gpd/km de tubería por pulgada de diámetro (1.22 L/día/km de tubería por milímetro de diámetro de tubería) cuando es probada a 150 psi (1034 kPa), con tuberías de 6 metros de longitud. En el caso de usarse tuberías de otras longitudes, tendrán que ajustarse los nuevos valores utilizando el valor unitario permisible.

Si es necesario, el volumen de fuga permisible puede ser determinado por el uso de la fórmula:

$$F = (n \cdot D \cdot (P)^{1/2}) / 3,700$$

Donde:

F = Volumen de pérdidas permisible en la prueba de 1 hora; galones/hora.

n = Número de juntas en el tramo de prueba;

D = Diámetro nominal de la tubería en pulgadas;

P = Presión de prueba en libras por pulgada cuadrada;

En el uso de la fórmula debe tomarse en consideración que si la longitud de los tubos es diferente a 4 metros, el valor resultante debe corregirse proporcionalmente a la longitud real. Si el tubo fuera de 6 m., por Ej., el valor de F debe multiplicarse por 2/3.

Si las fugas en cualquier sección resulta mayor que la permisible, las fugas deben ser localizadas y reparadas, y la prueba repetida hasta que el volumen de pérdidas de agua quede dentro del rango permisible.

En la preparación, ejecución y después de efectuada la prueba, debe procederse como sigue:

a) Verificar que todos los accesorios y los extremos muertos, tengan su bloque de reacción, y éstos estén sólidamente asentados. Debe haber transcurrido un tiempo

de fraguado suficiente, un mínimo de tres (3) días, desde el colado del último bloque de reacción hasta la fecha de la prueba.

b) Proveer en todos los extremos de la tubería y donde se considere necesario, perforaciones de un tamaño apropiado, para permitir la expulsión del aire y una vez probada, lavar y evacuar por estos mismos puntos.

c) Rellenar en forma de montones, toda la extensión del tubo, dejando descubiertas las juntas.

d) La presión de prueba será alcanzada en forma gradual y no bruscamente. La llave de control será operada lentamente y sin brusquedad, a fin de evitar sobre presiones violentas que puedan dañar la tubería.

e) La presión debe leerse en dos manómetros de precisión adecuada y localizados en el punto de prueba. La lectura promedio será considerada como la presión de prueba. Ambas lecturas deben ser razonablemente iguales, con una tolerancia de 5 psi.

f) Durante la prueba deben revisarse todas y cada una de las juntas y accesorios, a fin de detectar cualquier filtración.

g) Mantener durante el período de prueba la presión constante mediante la inyección de agua. Si después de transcurrido el período de prueba, el manómetro señala algún descenso en la presión, debe alcanzarse la presión inicial y medir la cantidad de agua que ha sido necesaria para alcanzar este punto. La pérdida de agua acumulada no debe exceder a las recomendadas en la tabla anterior.

3.2.9 Protección de obras no terminadas.

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de los tubos que no hayan sido tapados, y cualquier material extraño que se encuentre deberá ser removido.

3.3.1 Recursos y Procedimientos.

Para toda zanja o pozos de exploración abiertos para la instalación de tuberías o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación de los mismos.

El relleno y la compactación deben ser realizadas adecuadamente para cerrar las zanjas, pozos exploratorios etc. En general, esta actividad utiliza como material, el mismo que fue extraído de la zanja y que libre de elementos inadecuados, recibe el nombre de "relleno común".

En el caso de requerirse otro tipo de material de relleno, debido a situaciones específicas encontradas durante las excavaciones, como sería la sustitución de material inadecuado (inestable, piedras, roca, desechos, etc.) o reposición en sub-excavaciones por haber lechos de piedra cantera o rocosos, deberá importarse material selecto de banco y/o otros tipos de rellenos.

3.3.1.1 Requerimientos Generales.

A menos que se indique lo contrario o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfectada y lavada satisfactoriamente.

Durante el relleno de las zanjas (ver sección típica de zanja y rellenos en planos de detalles generales de tubería) es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

a) Se iniciará el relleno con capas de 10 centímetros de espesor y material seleccionado, cuidadosamente apisonadas una sobre otra y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a 1/4 del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.

b) Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 30 centímetros arriba de la parte superior de la tubería.

c) En esta primera etapa (a y b) sólo se utilizarán materiales escogidos de la excavación (relleno común), tierra suelta libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptibles de descomposición, etc. También podrá utilizarse material selecto o una combinación de ambos, u otro material. La compactación mínima aceptable para estas capas de relleno será del 95% PROCTOR Standard.

d) Desde 0.30 metros sobre el tubo hasta la sub-rasante en calles revestidas, se rellenará con material de la excavación; pero escogido, colocado y apisonado en capas de 15 centímetros. Piedras de más de 10 centímetros serán excluidas de todo relleno.

e) A fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones, el grado de compactación requerido del relleno de la zanja, bases de carpetas asfálticas, pozos de exploración, etc., se realizarán dos (2) pruebas de compactación cada 100 m de tubería lineal instalada.

f) En terrenos erosionables o donde puedan encauzarse corrientes superficiales que puedan arrastrar el material de relleno, es necesario proveer retenciones de

concreto simple a todo lo ancho de la zanja y a intervalos convenientes, de manera que eviten el deslave del material.

3.3.1.2. Tipos de relleno.

3.3.1.2.1 Relleno común.

Consistente en material aprobado y seleccionado, sacado de la excavación de la zanja o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales degradables. El relleno deberá tener alrededor del **2%** de agua natural, con relación al peso seco del suelo original.

3.3.1.2.2 Relleno especial.

En vista que las normas establecidas requieren para rellenos de zanjas para tuberías, cierto grado de calidad de material dependiendo de las condiciones específicas encontradas en el subsuelo, algunas veces se obligará el mejoramiento y/o la sustitución del material existente en la excavación, por otro catalogado como relleno especial; Ver el capítulo - EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION ADICIONAL. Tales rellenos podrán ser: a) de material selecto para sustituir o para mezclar; b) material especial granular y c) material especial arenoso.

IV.- TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

4.1 TUBERÍA DE PVC

Se deberán ofertar tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC), correspondientes a la tubería designada por SDR-26, SDR-17 y SDR-13.5 según la Especificación Estándar ASTM D 2241 (última versión).

La tubería de mayor o igual a 50 mm de diámetro, será Clase SDR-26 del tipo de unión flexible, tipo PUSH-ON ó TYTON ó JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno que se insertará en el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

Las propiedades físicas de las tuberías serán probadas de conformidad a la última versión de las Normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido, integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

Los anillos de empaque elastoméricos necesarios para las juntas en la tubería mayor o igual a 50 mm deberán ser suministrados en cantidades que excedan en un 5% a las cantidades requeridas teóricamente.

Todas las tuberías **P.V.C** deberán llevar marcado lo siguiente:

- a) Marca del fabricante.
- b) Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.
- b) Diámetro nominal.
- c) Tipo, Grado, Valor SDR y la presión de servicio.
- d) ASTM D 2241.
- e) Sello o marca del Laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.

La tubería de PVC será fabricada de compuestos vírgenes de clase igual o superior a las clases 12454-B, 12454-C, 14333-D, según lo define la Especificación ASTM D 1784 (última versión).

Las tuberías deben ser diseñadas para una presión hidrostática de 2000 PSI (14 MPa) para agua a 23°C, designadas como PVC1120, PVC1220 y PVC2120. Los compuestos usados en la fabricación de las tuberías y accesorios no deben contener ingredientes solubles en agua en una cantidad tal que su migración en determinadas cantidades en el agua sea tóxica y no permitida, según las normas de calidad OPS/OMS para el agua potable.

Es de hacer notar que no se aceptarán materiales que contengan plomo y sus derivados, o materiales solubles en agua u otros que perjudiquen la calidad específica de la tubería.

♦ **Dimensiones.**

Los diámetros, espesores de paredes y longitudes de la tubería serán determinados conforme a lo establecido por el Método de Prueba Estándar ASTM D2122 (última versión).

♦ **Longitudes Estándares:**

La tubería debe suministrarse en longitudes estándares de 20 pies \pm 1 pulgada (6.1 m \pm 25 mm).

♦ **Empaques de Caucho y Lubricantes.**

Los empaques y lubricantes proyectados para usarse con la tubería de P.V.C., deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el

crecimiento de bacterias ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada.

Los empaques de caucho de las tuberías PVC serán moldeados en una sola pieza y serán conforme con los requerimientos de ASTM F477 para aplicación de alta carga hidráulica.

4.2.- ACCESORIOS DE PVC

Todos los accesorios serán Cédula 40 y de junta rápida (con empaque) para los mayores de 2", los codos, uniones, y demás accesorios comprendidos en el rango de 1½" hasta ½", serán de extremos lisos (Slip x Slip), para unirse con cemento PVC.

Los Adaptadores Hembra (female adapter) y Adaptadores Machos (male adapter) tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado S.T.(Slip x THREAD).

Para el caso de las Abrazaderas de 50 mm x 13 mm(2" x 1/2"), extremo liso en la boca de servicio, deberá cumplir la Norma ASTM D-2466 última versión, para una presión de trabajo de 17.5 kg/cm² (250 psi). Otros nombres utilizados para las abrazaderas son collares de derivación o silletas roscadas (threaded service saddle). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.

4.3 PEGAMENTO P.V.C

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la Norma D-2564, la cual rige las Especificaciones para Cemento Solvente. Esta es una solución de P.V.C. clase 12454-B.- Debe suministrarse en recipientes de 1litro (1/4 de galón) o menor.

4.4 ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE BRONCE Y HIERRO FUNDIDO

4.4.1.- Válvulas de Pase de Bronce. (CURB STOP):

El material de fabricación de las válvulas será de una aleación de bronce, que contenga un 85% de cobre y un 5% de estaño, plomo y zinc, de acuerdo a los requerimientos mecánicos y químicos de ASTM B62 O ASTM B584. Serán diseñadas, fabricadas y probadas según la Norma ANSI/AWWA C800, última revisión.

Las válvulas de 13 mm, 20mm y 25 mm (1/2", 3/4" y 1") aquí especificadas serán del tipo de llave invertida (inverted key curb stop) para servicio domiciliario, con cierre de 1/4 de vuelta, extremos roscados hembra (F.I.P. threads). Las válvulas de 13mm (1/2"); serán similares a los modelos FORD ZX11-111 y MUELLER H-10202. Las válvulas de (20 mm y 25 mm) 3/4" y de 1" serán similares a los modelos FORD Z11-333. y MUELLER H-10202 O SIMILAR.

Las válvulas de 50 mm (2") serán del tipo de bola, de 1/4 de vuelta, extremos roscados hembra, similares a los modelos FORD B11- 777 y MUELLER B-20283 O SIMILAR.

No estarán provistas de manija solidaria con el mecanismo interno y serán, por el contrario, operadas mediante una llave acoplable de Hierro Fundido, similar al modelo Mueller H-10321 para los diámetros especificados, con una longitud de 1.00 metro (3 pies.)

4.4.2.- Válvula de Compuerta H.F. con extremos Push-on y con extremos de brida.

Serán fabricadas conforme a las Normas AWWA C-509 última versión.- Las válvulas de compuerta ofertadas serán del tipo de Cierre Elástico de vástago no levadizo (NRS) (RESILIENT SEATED GATE VALVE), con la compuerta o cuña de hierro fundido, encapsulada en elastómero, diseñadas para una presión de trabajo de 200 psi, vástago de bronce no levadizo, con cierre en sentido de las manecillas del reloj.

Las válvulas vendrán provistas de tuerca de operación de 50 mm x 50 mm (2" x 2") con extremos de junta rápida, con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (PVC SDR-26), con cierre en el sentido de las agujas del reloj; llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones ANSI B-16.1, CLASE 125, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido, con rosca hembra I.P.(Female Iron Pipe Threads), pernos, tuercas y empaques.

Todas las partes ferrosas, interiores y exteriores de las Válvulas, con excepción de las superficies acabadas o de soportes, deberán recibir en fábrica dos manos de un barniz asfáltico aprobado. Las superficies a ser pintadas, deben estar limpias, secas, y libres de polvo y grasa.

4.4.3.- Accesorios y Piezas Especiales de Hierro Dúctil.

Estos Accesorios, deberán estar de acuerdo al American National Standard for Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings, 3 in Through 48 In, for Water and Other liquids, designacion ANSI/AWWA C110/A21.10 (última versión). Los Accesorios de Extremos Bridados serán diseñados para una presión de trabajo de 17 kg/cm² (250 psi), los de Extremos de Junta Rápida con empaque de caucho, lo serán para presión de trabajo de 21 kg/cm² (300 psi). Las bridas serán conforme a la Especificación ANSI B-16.1-75.

4.4.4.- Cajas de Válvulas

Las Cajas de Válvulas serán suministradas para utilizarse con las válvulas de 50 mm (2") y mayores, deberán ser de hierro fundido de tres (3) piezas ajustables del tipo deslizante, con piezas ascendentes de aproximadamente 125.4 mm (5 pulgadas) de diámetro, o un equivalente aprobado. Las bases de las Cajas de Válvulas deberán ser diseñadas para alojar la tuerca de maniobra de la Válvula de acuerdo con su tamaño y para ser soportada por el relleno de suelo, sin apoyarse en la Válvula o la tuerca. Las Cajas de Válvulas deberán ser adecuadas para ser usadas con Válvulas que tengan una cobertura de relleno de 1.20 metros.

La tapadera de la caja estará diseñada de tal manera que permanezca firmemente asentada cuando esté sujeta al paso de los vehículos.

Las tapas de las cajas de válvulas deberán estar marcadas con la palabra "**AGUA**", y deberán ser suministradas con cadenas, para evitar el vandalismo.

Las cajas serán similares a la serie 6865 del mini catálogo Tyler Pipe, No. 771. Por cada diez (10) cajas se proporcionará una llave de acero tipo T para operación de las válvulas suministradas.

Para las válvulas de AIRE Y VACIO, las cajas podrán ser de bloques de concreto de 0.50m x 0.50m x 0.60m., con una tapa de concreto armado de 3,000 psi y de 4" de espesor o como aparece reflejado en los planos constructivos.

4.8.- Válvulas de aire y vacío.

Deberán ser de hierro fundido cumpliendo con las Normas ANSI / AWWA C-512, última versión, para agua fría y presión de trabajo mínima de 175 m.c.a.

Serán del tipo de flotador, de cámara única, con rosca hembra I.P. de acuerdo con la especificación N.P.T de ANSI / ASME B 1.20.1 para las bocas de entrada.

Las válvulas de aire y vacío, para instalarse en tuberías de conducción y distribución, deberán ser diseñadas para permitir el escape de grandes cantidades de aire cuando la tubería se esté llenando y el cierre hermético cuando el líquido entre en la válvula. También deberán permitir la entrada de gran cantidad de aire cuando la tubería se esté vaciando para producir el rompimiento del vacío.

El área del orificio de descarga deberá ser igual o mayor que el orificio de entrada en la válvula. La válvula deberá consistir de un cuerpo, cubierta, deflector (baffle), flotador y asiento. El deflector deberá ser diseñado para

proteger al flotador del contacto directo con la embestida del aire y agua, previendo que el flotador produzca el cierre prematuro en la válvula. El asiento deberá ser sujetado con la cubierta de la válvula sin distorsión y deberá ser fácilmente removido cuando sea necesario.

El flotador deberá ser de acero inoxidable diseñado para soportar un fatiga de 70 bar o más. Las válvulas deberán ser protegidas contra la corrosión, con una capa gruesa de minio TTP86 tipo IV, ó similar.

Todos los materiales empleados en la fabricación de las válvulas deberán cumplir con las especificaciones siguientes:

Cuerpo, Cubierta y Deflector: de Hierro fundido ASTM. A 48 Clase 30.

Flotador: de acero inoxidable ASTM. A 240

Asiento: Nitrile Rubber.

Presión de trabajo y Tipo de Extremos: Deberán ser diseñadas para una presión de trabajo de 175 m.c.a. y deberán tener extremos de rosca.

4.9.- Válvula reductora de presión.

Las válvulas reguladoras de presión deberán ser del tipo de diafragma, de abertura rápida y cierre lento, diseñadas para proveer servicio intermitente de alivio de sobre presión. Las válvulas deberán ser operadas hidráulicamente, del tipo modulable, controladas por mecanismo pilotos, y deberán tener un solo asiento removible y un disco de material resiliente. El mecanismo de control piloto deberá consistir en una válvula de diafragma de resorte, ajustable, de acción directa, diseñada para dejar pasar el flujo cuando la presión bajo control sobrepase el valor en el cual se ha fijado el resorte. El sistema de control piloto deberá operar en forma tal que a medida que el exceso de presión en la línea sea disipado, la válvula principal se cierre gradualmente hasta asentarse en forma efectivamente hermética.

El cuerpo y la tapa de la válvula principal deberán ser de hierro fundido con guarnición de bronce; el sistema de control piloto deberá ser de bronce fundido con guarnición de acero inoxidable. Todos los extremos deberán ser de extremos de brida y deberán ser diseñadas para una presión de trabajo de 175 m.c.a.

El piloto de la válvula debe actuar sobre la válvula principal regulando su apertura, de modo que la presión aguas abajo de la misma no exceda la presión de 20 m.c.a.

V.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DE CERCO DE MALLA CICLÓN.

5.1.- PRELIMINARES.

El trabajo consiste en la preparación del sitio, excavación, relleno, nivelación, tal como es descrito en los planos o razonablemente implicado en ellos. Se removerán también del sitio de la obra, todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda resultar para los trabajos de construcción.

Se deberá replantear topográficamente el predio conforme planos y dejar mojones en cada Pl, así como puntos de referencias.

5.3.- CERCO DE MALLA CICLÓN.

- a) Conformar y nivelar terreno en toda la longitud a construir el cerco.
- b) Se deberá tomar en cuenta que en los casos que la Topografía del terreno presente diferencia de niveles bien demarcadas, el cerco se construirá escalonadamente, haciendo cortes de terrenos no mayores a 0.5 m y dejando como mínimo tres tramos de malla ciclón de 2.5 m cada uno, en cada longitud o tramo cortado.
- c) Si por limitaciones de espacio, en determinadas longitud quedará algún tramo mayor o menor a 2.5 m éste deberá construirse en uno de los extremos del cerco.
- d) Se excavará un zanja longitudinal para fundación de sección 0.25 m X 0.25 m. La fundación será corrida y de piedra cantera de 0.15 m x 0.40 m x 0.60 m (Diriamba u otra que cumpla con las condiciones mínimas para el trabajo) cada tramo del cerco de 2.5 m de largo se colocará la piedra cantera de canto dejando un espacio entre piedra cantera de 0.05 m para la junta de mortero 1:3 y se dejará 0.10 m de la misma por encima del terreno natural.
- e) Se realizará excavaciones para pedestal de sección de 0.25 m X 0.25 m y 0.50 m de profundidad.
- f) Construir bases de concreto de 2,500 PSI (Pedestales) de sección de 0.25 m X 0.25 m X 0.60 m de altura en las que se empotrarán los tubos verticales de HG de 1 ½" de diámetro. Las bases de concreto sobresaldrán 0.10 m del nivel de terreno natural.

g) Para la fabricación del concreto de 2,500 PSI se usarán los siguientes materiales:

- Arena Motastepe
- Cemento Portland Tipo I, ASTM C-150.
- Gravas de 3/4" de diámetro, ASTM C-33
- Agua limpia (sin material extraño, trozos de madera, desperdicios de papel, etc.).

La mezcla del mortero deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de 175 kg/cm². Se mezclará la arena y el cemento en proporción de una parte de cemento y no más de tres partes de arena por volumen. El mortero deberá mezclarse en mezcladora mecánica o bien, en bateas especiales para que se efectúe una mezcla homogénea y libre de impurezas.

5.3.1.- Tubos verticales.

- a) Los tubos verticales serán de tubería de 1 ½" de diámetro de hierro galvanizado y separados uno de otro de una distancia mínima de 2.5 metros.
- b) El tubo vertical estará empotrado en el centro de la base de concreto (pedestal) con una longitud de 0.50 m de profundidad estando separado una distancia 0.10 m del fondo de la zanja. En sus partes terminales inferiores llevará anclajes soldado de varilla N^o.3 de 0.10 m de longitud como mínimo con una inclinación de 45 grados con respecto al tubo vertical de dos hileras hasta alcanzar el nivel del suelo natural.
- c) El tubo vertical a instalarse será de una sola pieza.

5.3.2.- Tubos horizontales.

- a) El tubo horizontal para la formación del marco será de la tubería de 1 ½" de diámetro de hierro galvanizado.
- b) El tubo horizontal superior será corrido en toda su longitud del cerco, siendo los tubos verticales los que se suelden a éste. Estos tubos se colocarán a una altura 1.94 m sobre la fundación o base del concreto.
- c) Los tubos horizontales inferiores tendrán una longitud mínima de 2.5 m y éstos estarán soldado a los tubos verticales. Estos tubos se colocarán a 0.05 m de separación de las fundaciones o pedestal.

5.3.3.- Tubos diagonales

1. Los tubos diagonales serán de tubería de 1 ½" de diámetro de hierro galvanizado.
2. Estos tubos se colocarán en los marcos esquineros del cerco y estarán soldados en ambos extremos del marco de tal forma que forme una "V".

5.3.4.- Enmallado.

- a) El enmallado del cerco será de malla ciclón de 6' entretejida en cuadro de dos pulgadas y de alambre galvanizado de calibre N°.12.
- b) La malla será fijada al marco de los tubos horizontales, verticales y diagonales por una varilla lisa N°.2, entrelazada en la malla y el tubo con punto de soldadura horizontal y vertical de 0.30 m de longitud.
- c) Una vez instalado todo el marco y su forro de malla ciclón todo el conjunto debe quedar perfectamente alineado y la malla bien tensada de tal forma que no forme comba entre los marcos.
- d) Una vez construido los marcos no deberá quedar residuos de carbón producto de la soldadura que se ha realizado.

5.3.5.- Arbotante.

- a) Sobre todo el perímetro de la cerca se construirá a manera de remate y fijado a los tubos verticales de HG de diámetro 1½", arbotantes de 0.50 m de longitud inclinados internamente a 30 grados con cinco hileras de alambres de púas N°.13 separados a 0.10 m.
- b) En los arbotantes se soldará varilla N°.2 de 0.05 m de longitud para la fijación del alambre de púas.

5.4.- CONSTRUCCIÓN DE PORTONES.

5.4.1.- Fundaciones.

Realizar excavación para fundaciones (zapatas) de sección 0.60 m X 0.60 m X 1.0 m de profundidad de desplante.

Realizar excavación para fundaciones (viga asísmica) de 0.20 m X 0.25 m y 5.0 m lineales de longitud.

Las zapatas serán de sección de 0.60 m X 0.60 m X 0.20 m, con emparrillado compuesto de 6 varillas N°3 de acero de refuerzo corrugados en ambas direcciones.

La viga asísmica será de sección de 0.20 m X 0.25 m con cuatro varillas de refuerzo N°3 corrugados y estribos N°. 2 a cada 0.10 m.

Las columnas serán de sección 0.25 m X 0.25 m X 2.80 m de altura, con cuatro varillas de refuerzo de N°5 corrugadas con estribos de varilla N°.2, con separación entre estribo de 0.15 m.

El concreto a utilizarse tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 3,000 psi con revenimiento no mayor de 5" ni menor de 3".

El acero de refuerzo a utilizarse serán varillas ASTM A - 615 Grado 40 (FY = 40,000 PSI), serán corrugadas a excepción de la varilla N°.2 que será lisa.

5.4.2.- Portón de acceso

El portón constará de dos hojas de 1.83 m de altura X 2.40 m de ancho cada una, y el marco estará compuesto de tubo de hierro galvanizado de 1 ½" de diámetro, con tubos diagonales en ambas direcciones y un tubo intermedio horizontal, forrado con malla ciclón 6' entretejida en cuadros de 2" y de alambre galvanizado N°.12

El portón tendrá dos bisagras que estarán empotradas y soladas al hierro de refuerzo vertical de la columna. Las bisagras estarán distribuidas a 0.25 m en ambos extremos del portón.

El portón estará dotado de su pasador con candado de 60 mm y el picaporte será de hierro liso de 1/2" que descansará en un bloque de concreto.

Las hojas del portón estarán montadas en dos bisagras de platina de 3/8" de espesor por 5 cm de ancho, las cuales estarán soldadas al acero de refuerzo de las columnas de concreto reforzado. Las bisagras serán de hierro maleable o acero galvanizado y diseñadas contra torsión y rotación. Las puertas deberán accionar libremente en ángulo de 180

A las columnas se les dará acabado (repello y fino) y se pintarán con pintura de aceite color azul cielo todas la tubería y mallas que forman los marcos del portón y los cercos deberán de pintarse con dos manos de pintura roja anticorrosivo.

VI.- ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA TANQUE

6.1.- MAMPOSTERIA REFORZADA.

6.1.1.- MOVIMIENTO DE TIERRA.

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno, tal como es descrito en los planos, o razonablemente implicado en ellos. Se removerán también del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción.

6.1.2.- CONSTRUCCION DE TANQUE DE MAMPOSTERIA SOBRE SUELO CONCRETO REFORZADO.

Consiste en suministro de los materiales, mano de obra, equipo, herramienta y además complementos para suplir el concreto reforzado para suplir el concreto reforzado para esta obra de acuerdo a las Especificaciones subsiguientes y con los detalles que aparecen en los planos. Excepto cuando se especifique de otra forma, el concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras de compresión por pulgada cuadrada. Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las Normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

6.14.- MATERIALES.

El Cemento a emplearse en las mezclas de concreto será Cemento Pórtland Tipo 1, sujeto a las Especificaciones ASTM C-150. El Agregado Fino será Arena natural o manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las Especificaciones ASTM-C-33-59.

El Agregado Grueso será Piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a Especificaciones ASTM-C33-61T. El tamaño mas grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo entre varillas de refuerzo según lo recomendado por la Norma 613-54 del ACI.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, acido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 común limite fluencia de 40,000 lbs por pulgada cuadrada, de acuerdo alas especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e

imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

6.1.5.- ALMACENAJE DE MATERIALES.

El Cemento se almacenara en bodegas secas sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizara cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejaran y almacenaran separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extrañas. Todas la varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

6.1.6.- COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO.

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se harán de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-71 y 315-65 del ACI, y las Especificaciones del CRSI. El acero de refuerzo se limpiara de toda suciedad y oxido no adherente. Las barras se doblaran en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetaran a la formaleta con alambre o tacos de concreto o piedra, y entre si con ataduras de alambre de hierro dulce No.16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que este pueda envolverlos completamente.

6.1.7.- DOSIFICACION Y MEZCLA.

Se harán en base a pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material.

Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La del concreto se ajustara a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento y verificarla fácilmente en cualquier momento.

La mezcla se efectuara en un mezclador mecánico, preferiblemente que sea del tipo de combinación de cuchillos y tambor. El mezclador deberá ser operado a la

velocidad designada por los fabricantes, a menos que un cambio razonable de velocidad demuestre mejores resultados en el concreto.

El tiempo mínimo de mezclado deberá ser de 1 minuto, medido a partir que todos los materiales constitutivos del concreto se encuentren dentro del mezclador y este haya comenzado a operar.

Se podrá autorizar la mezcla a mano en las partes de la obra de escasa importancia debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable mezclándose las materiales en seco hasta que presente un aspecto uniforme, agregando a continuación el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

6.1.8.- PRUEBAS PARA EL CONTROL DE CONCRETO.

Se harán las pruebas de revenimiento necesarias para que la trabajalidad del concreto sea la adecuada (Revenimiento de 4"). En cada llena se tomaran dos cilindros para probarse uno a los siete días y el otro a los veintiocho. Cada tres llenas se tomaran tres cilindros para probarse igual a los anteriores, dejando el tercero como testigo para probarse en caso sea necesario.

6.1.9.- COLOCACION DEL CONCRETO.

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las Normas 318-71, 605-59 614-59 del ACI y en forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocara sobre superficies húmedas, libres de aguay nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada directamente al concreto. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

6.1.10.- CURADO DEL CONCRETO.

Una vez desencofrado cualquier miembro estructuras, se mantendrá húmedo todo el día por un periodo de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda

todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

6.1.11.- TRABAJOS DEFECTUOSOS.

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas o en las partes de los muros de mampostería, será reparado de inmediato después de observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestran excesivas ratoneras o marcas notorias del formateado cuyos defectos no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada.

6.1.12.- PRUEBAS.

Esta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un periodo de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejara lleno el tanque por 72 horas mas no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros.

6.1.13.- ACABADO INTERNO DE PAREDES.

En la parte interior de las paredes se aplicara un repello de 1.5centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicara un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

VII.- MARCAS.

7.1.- Rótulo en el Tanque.

El tanque llevará pintado en un sitio visible del cuerpo, un rótulo en varios colores con dimensiones aproximadas de 2.00 m de altura por 4.00 m de longitud, la leyenda del Sistema de Agua de las Comunidades Los Jocotes-Vista Alegre Sector III.

7.2.- Marcas de Nivel

A un lado del marcador de nivel se deberán pintar números negros de 8 pulgadas de altura, para indicar los volúmenes de agua en el tanque a los diferentes niveles de operación.